Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

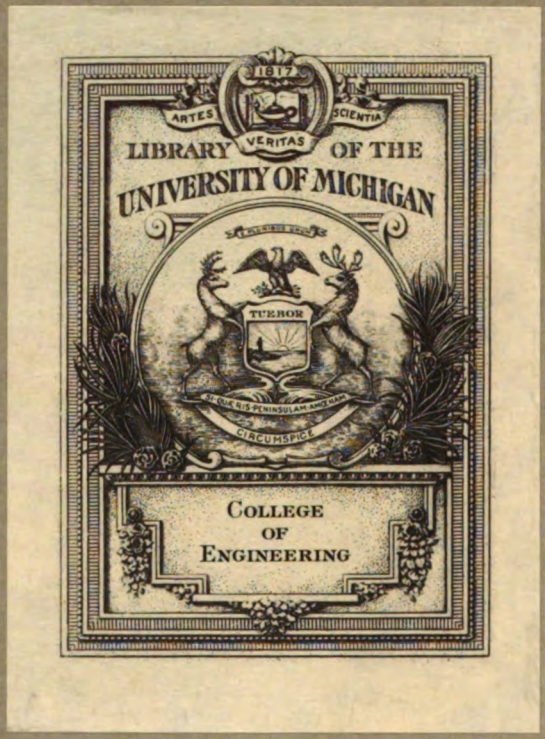
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

C 366129

Digitized by Google



Digitized by Google

TK
3
E96

Digitized by Google

Digitized by Google

TK
3
E96

Digitized by Google

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

56. Jahrgang

1935

I. Halbjahr

Berlin

Im Buchhandel durch Julius Springer

1935

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

(I. Halbjahr 1935)

A. Sachverzeichnis.

	Seite		Seite
I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen	3	IV. Vereinsnachrichten	26
II. Persönliches	25	V. Geschäftliche Mitteilungen	27
III. Literatur (insbes. Buchbesprechungen) . . .	25		

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung.

Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl. Weitere Abkürzungen s. Abt. A IV, VDE.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen.

Ableiter s. Überspannungsschutz.

Ableitung s. Leitungen.

Abschirmung s. Funkwesen, Theor. Elektrot.

Abstandsschelle s. Installationswesen.

Akademien s. Unterricht.

Akkumulatoren.

— Blei- u. alkalische Akkumulatoren.

Die heutigen Akkumulatoren. O. Clemens. *49.

Akkumulator mit negativer Zinnplatte. Nach C. Fery. 116.

Ein Laugenprüfer zur Bestimmung des Karbonatgehaltes von Elektrolyten alkalischer Akkumulatoren. H. Schmitz. *203.

Rulagbatterie. 250.

2 V-Dauerakkumulator für den Volksempfänger. 253.

Sinacidin. 443.

Säurestandsprüfer. 505.

Fahrstrombatterien und Starterbatterien. 505.

Akkumulatoren auf der Leipziger Messe. 558.

Das Elektrofahrzeug im Dienste der Deutschen Reichspost, seine verkehrs- und volkswirtschaftliche Bedeutung. F. Hubrig. Vortr. *612. Bespr. 360.

Entwicklung der Akkumulatoren in letzter Zeit. *724.

Akkumulatoren.

— Batterie-Ladung.

Geheimmittel für Starterbatterien. K. Arndt. *122. Brf. 574.

— H. W. L. Bruckmann. Brf. 574.

Selbsttätig arbeitende Gleichrichter-Ladeanlagen für Fahrzeugbatterien. P. Drobka. *233.

Gerät zur Prüfung des Entladegrades einer Batterie. 505.

Ladeeinrichtungen für Fahrstrom- und Starterbatterien. 505.

Gleichrichter für selbsttätige Ladung von Elektrofahrzeug-Batterien. K. Kubbe. Brf. 551.

Das Elektrofahrzeug im Dienste der Deutschen Reichspost, seine verkehrs- und volkswirtschaftl. Bedeutung. F. Hubrig. Vortr. *612. Bespr. 630.

Akten s. Maschinenantrieb.

Aktinität s. Photographie.

Akustik s. Meßkunde, Techn. Akustik.

Aluminium s. Leitungen, Stoffkunde.

Ampere s. Einheiten.

Anemometer s. Meßkunde.

Anlasser.

Selbsttätige Anlaßeinrichtung „Albo-Knorr". 250.

Albo-Kupplung. 556.

Untersuchung über das Verhalten von Drehstrommotoren in der Kurzschluß-Sanftanlauf-(„Kusa"-)Schaltung. Nach J. Bohmann. 647.

Anordnungen s. Rechtspflege.

Antennen s. Funkwesen.

Antriebe s. Automobile, Bahnbau, Elektr. Maschinen, Maschinenantrieb, Schiffahrt.

Arbeitsbeschaffung und Neueinstellungen.

Arbeitsbeschaffung durch das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk. 523.

Arbeitsplatz s. Lichttechnik.

Asbest s. Stoffkunde.

Asche s. Dampfkessel.

Asynchronmaschinen s. Elektr. Masch.

Atomzertrümmerung s. Physik.

Aufzüge s. Maschinenantrieb.

Ausschüsse des VDE s. Abt. A IV.

Ausstellungen und Messen.

— Deutschland.

Ausstellung „Das Wunder des Lebens", Berlin 1935. 67.

Grüne Woche, Berlin 1935. 213.

Die Messe für Westdeutschland in Köln. 327.

Ausstellung anläßlich der Jahrhundertfeier der deutschen Eisenbahn in Nürnberg. 356.

Deutsche Ostmesse. 412.

Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorrad-Ausstellung 1935 in Berlin. W. Rödiger. *503.

Ausstellung „Wasserstraßen und Wassersport. Stuttgart 1935." 683.

— — Leipziger Messe.

Ausblick auf die Leipziger Frühjahrsmesse 1935. 49.

Erster Überblick über die Elektrotechnik auf der Leipziger Messe 1935. *97.

Digitized by Google

Ausstellungen und Messen.

Die Schlüsselstellung der Großen Technischen Messe und Baumesse Leipzig im Welthandel. 199.

Zur Leipziger Messe. Har. Müller. 225.

Nachrichten von der Leipziger Frühjahrsmesse 1935. 267.

Die Erfindermesse in Leipzig. 268.

Zur Preßstofftagung im Haus der Elektrotechnik auf der Leipziger Messe. 269.

Rückblick auf die Leipziger Messe im Hause der Elektrotechnik. E. C. Zehme. *553.

Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1935 außerhalb des HdE. G. H. Winkler. *561. B. 664.

Messe und Konjunkturlage. 566.

— **Ausland.**

Landwirtschafts- und Industrie-Ausstellung Kairo 1935/1936. 43.

Ausstellung von Yokohama 1935. 44.

Ausstellung deutscher Zeitschriften in Coimbra. 117.

Devisen- und Einfuhrerleichterungen für die Beschickung der Internationalen Mustermesse Posen 1935. 214.

Internationale Lyoner Mustermesse 1935. 214.

Plan einer Licht-Ausstellung in Turin. 327.

Deutsche Wirtschaftswerbung auf ausländischen Messen. 328.

Plan einer ständigen Ausstellung von Ausfuhrwaren aller Länder in Antwerpen. 356.

Auszeichnungen s. Abt. A II, Persönl.

Außenhandel s. Abt. A V, Gesch. Mitt.

Automaten s. Schaltgeräte.

Automobile (s. a. Akkumulatoren).

Leitungs-Omnibus s. Bahnbau.

Straßenbeleuchtung s. Lichttechnik.

Treibstoffe s. Stoffkunde.

Verwendung akkumulator-elektrischer Wagen zur Minderung der Treibstoffeinfuhr. 2.

Selbsttätig arbeitende Gleichrichter-Ladeanlagen für Fahrzeugbatterien. P. Drobka. *233.

Zweites Gesetz zur Änderung des Kraftfahrzeugsteuergesetzes. 328.

Energiewirtschaft und Kraftverkehr, neue Wege durch Elektrofahrzeuge. Nach Blume. 493.

Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorrad-Ausstellung 1935 in Berlin. W. Rödiger. *503.

Dieselelektrischer Omnibus. 504.

Diesel-Starthelf. 506.

Hilfsgeräte für Autogaragen. 506.

Pendelwinker für Kraftwagen. 507.

Werkstättenprüfeinrichtung für die elektr. Ausrüstung des Kraftwagens. 507.

Das Schweizer Verkehrsverteilungsgesetz abgelehnt. 573.

Dampf, Elektrizität oder Brennkraft im Eisenbahnbetrieb. Nach Konrad. 595.

Das Elektrofahrzeug im Dienste der Deutschen Reichspost, seine verkehrs- und volkswirtschaftliche Bedeutung. F. Hubrig. Vortr. *612. Bespr. 630.

Rundfunk in Pariser Autodroschken. 627.

Automobile.

Die Verwendung elektr. Fahrzeuge zur Ersparnis devisenbedingter Rohstoffe. Nach Rödiger. 658.

Technische Probleme der großstädtischen Verkehrsbedienung. F. Lehner. Vortr. *673. Bespr. 687.

Akkumulatoren für Straßenfahrzeuge (VDE-Bericht). 724.

Schaufahrt mit Fahrzeugen für heimische Treibstoffe. 745.

Autopilot s. Fernsteuerung.

Bagger s. Maschinenantrieb.

Bahnbau u. Bahnbetrieb (s. a. Lichttechnik, Signalwesen).

— **Anlagen.**

Afrika. 86. 328. 627.
Algerien. 148.
Amerika. 62. 328. 352. 436.
Berlin. 548.
Budapest—Hegyeshalom. 518.
Chikago. 62.
Chikago-Burlington-Quincy-Bahn. 352.
Deutschland. 68. 90. 311. 356. 387. 413. 516. 523. 548. 621 710.
Dittersbach—Glatz. 621.
England. 63. 132. 488.
Frankreich. 163. 165. 352. *402. 435. 622. 650. 682.
Holland. 466.
Italien. 196. 682.
Kairo—Heluan. 328.
London. 488.
London—Brighton. 63.
Mering—Weilheim. 68.
Moskau. 14.
Moskau—Obiralowka. 436.
München—Nürnberg. 523.
New York. 436.
Norwegen. 179. 592.
Ofotenbahn. 179.
Orléans—Tours. 402.
Österreich. 132.
Paris. 163. 352. 622. 650.
Paris—Orléans. 165.
Pennsylvaniabahn. 328.
Rom. 682.
Rußland. 14. 90. 132. *421. 436.
Schweden. 87. 382. 434.
Schweiz. 62. 113. 132. 407.
Seebach. 132.
Spanien. 180. 413.
Stockholm. 434.
Stuttgart. 311.
Ungarn. 518.

— **Allgemeines.**

Elektrischer Sandstreuer für Schienenfahrzeuge. 40.

Fahrtreppen auf Stadtbahnhöfen. Nach Schmelzer. 56.

Einfluß der Schienenstreuströme elektr. Straßenbahnen auf die Korrosion in Turbinenkondensatoren. A. Smolanski. *100.

Elektrolytische Zersetzung von Gleichstrom-Bahnspeisekabeln. Nach W. Wegener. 112.

Die Änderung des Signalfarbenbegriffs bei den Österreichischen Bundesbahnen. Nach Rumpf. 132.

Die Entwicklung der Elektrischen Bahnen in letzter Zeit. *710.

— **Bahnkraftwerke.**

Die Stromversorgung der Schweizerischen Bundesbahnen. Nach H. Eggenberger. 62.

Bahnbau und Bahnbetrieb.

Das Fernsteuersystem der Unterwerke der London-Brighton-Bahn. 63.

8600-kVA-Frequenzumformergruppe mit Schlupfreglung im Unterwerk Seebach der Schweizerischen Bundesbahnen. Nach Dudler u. Bossi. 132.

Bahnumformer für Algerien. 148.

Unterwerke für die Pariser Vorortstrecken der französischen Staatsbahnen. 163.

Unterwerke für die Straßenbahn Paris. 165.

Unterwerke für die Untergrundbahnen in Paris. 165.

Die selbsttätigen Schalteinrichtungen auf der Eisenbahnstrecke Orléans—Tours. A. Hierholzer. *402.

Fahrbares selbsttätiges Umformerwerk der Römer Straßenbahn. 682.

Bahn-Kraftwerke (VDE-Bericht). 710.

Unterwerke (VDE-Bericht). 710.

— **Fahrleitung und Stromabnehmer.**

Rohrförmiger Isolator für Luftleitungen bei Triebwagen. 112.

Scherenstromabnehmer in den V. S. Amerika. Nach W. Schaake u. B. M. Pickens. Von Sieg. *377.

Fahrdraht und Stromabnehmer. Nach F. Niethammer. 519.

Fahrleitungen (VDE-Bericht). 710.

— **Bremsung.**

Neuer Triebwagen der Straßenbahn Chicago mit Nutzbremsung. Nach Clardy. 62.

Stromrückgewinn bei Oberleitungs-Omnibussen in England. 132.

Bremsschaltung der Londoner Post-Röhrenbahn. 488.

Magnet-Schienenbremsen. 488.

— **Eisenbahnen** (s. a. Signalwesen).

— — **Allgemeines.**

Ausstellung anläßlich der Jahrhundertfeier der deutschen Eisenbahn in Nürnberg. 356.

Neuer Schutz für schienengleiche Kreuzung in den V. S. Amerika. 404.

Die induktive Zugbeeinflussungseinrichtung der SBB. 407.

Selbsttätige Zugsicherung. Nach Kofler. 407.

Drahtlose Verständigung zwischen dem Fahrzeug und der Blockstelle. 408.

Auflösung der elektrotechn. Ämter im Bezirk der Reichsbahndirektion Dresden. 413.

Beschleunigung der Personenzüge auf den Nebenstrecken der französischen Nordbahn. Nach M. Barret. 435.

Die Deutsche Reichsbahn im Jahre 1934. 516.

Dampf, Elektrizität oder Brennkraft im Eisenbahnbetrieb. Nach Konrad. 595.

Die Beleuchtungsverhältnisse in den öffentl. Verkehrsmitteln. Nach H. Mattern. 623.

Funksprechen im Eisenbahndienst. 656.

— — **Elektrisierung in Deutschland.**

Reichsbahnlinie Mering—Weilheim wird elektrisiert. 68.

Die Deutsche Reichsbahn im Jahre 1934. 516.

Eröffnung des elektr. Betriebes München—Nürnberg. 523.

Digitized by Google

Bahnbau und Bahnbetrieb.
Elektrisierung der Strecke Dittersbach—Glatz. 621.
Stand der Eisenbahnelektrisierung in Deutschland. 688.
Umfang der Elektrisierung (VDE-Bericht). 710.

— — **Elektrisierung im Ausland.**
Die Stromversorgung der Schweizerischen Bundesbahnen. Nach H. Eggenberger. 62.
Elektrisierung der Schwedischen Staatsbahn. 86.
Die Elektrisierung der französischen Bahnen in Afrika. 86.
Elektrisierung der Schweizerischen Bundesbahnen. 113.
Großgleichrichter, Schaltanlagen und Lokomotivantriebe für französische Bahnen. 163.
Die Wirtschaftlichkeit der Elektrisierung der Schwedischen Staatsbahnen. Nach M. Cardon. 382.
Das Elektrisierungsprogramm des zweiten Fünfjahrplanes der UdSSR (1933 bis 1937). K. A. Pohl. *421. *454.
Beschleunigung der Personenzüge auf den Nebenstrecken der französischen Nordbahn. Nach M. Barret. 435.
Elektrisierung der Vorortstrecke Moskau—Obiralowka. 436.
Elektrisierung in Holland. 466.
Elektr. Betrieb auf der Strecke Budapest—Hegyeshalom der Ungarischen Staatsbahn. 518.
Das Schweizer Verkehrsverteilungsgesetz abgelehnt. 573.
Eisenbahnelektrisierungen in Norwegen. 592.
Weitere Bahnelektrisierung in Frankreich. 622.
Eisenbahnelektrisierung in Südafrika. 627.

— — **Lokomotiven.**
Eine russische dieselelektr. Lokomotive. 90.
Erfahrungen mit russischen Lokomotiven. 132.
Großgleichrichter, Schaltanlagen und Lokomotivantriebe für französische Bahnen. 163.
Lokomotivantriebe für Paris—Orléans und Südbahn. 165.
Die Pennsylvania-Bahn bestellt 57 elektr. Lokomotiven. 328.
Die neue Heißdampf-Schnellzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn. 356.
Dieselelektr. Verschiebelokomotiven der französischen P. L. M.-Bahn. Nach M. Tourneur. 408.
Treibachse der 1 Co 1-Lokomotive. 433.
Elektr. Betrieb auf der Strecke Budapest—Hegyeshalom der Ungarischen Staatsbahn. 518.
Fahrzeuge (VDE-Bericht). 711.
Vereinheitlichte Gleichstromfahrzeuge in Italien. H. Tetzlaff. *727.

— — **Triebwagen u. and. Fahrzeuge.**
Schnelltriebwagen für Spanien. 180.
Dieselelektr. Schnelltriebwagen der Chikago - Burlington - Quincy - Bahn. 352.
Die neuen Wechselstrom-Triebwagen der Reichsbahn. 387.
Deutsche Fahrzeugausrüstungen für die Bahn Vitoria Mecolalde in Spanien. 413.

Bahnbau und Bahnbetrieb.
Dieselelektr. Triebwagen der französischen Nordbahn. 434.
Elektromechan. Lüftung amerikanischer Eisenbahnwagen. 436.
Wechselstrom-Leichttriebwagen in der Schweiz. 466.
Dieselelektr. Triebwagen der Niederbarnimer Eisenbahngesellschaft AG. 487.
Dieselelektr. Schnelltriebwagen in Frankreich. 488.
Dieselelektr. Schnelltriebwagen in Dänemark. 548.
Schnellfahrende Leichttriebwagen bei den schweizerischen Bahnen. Stockar. 621.
Internationale Zugheizung. 651.
Fahrzeuge (VDE-Bericht). 711.
Vereinheitlichte Gleichstromfahrzeuge in Italien. H. Tetzlaff. *727.
Oberbaumeßwagen der Schweizerischen Bundesbahnen. 743.

— **Straßenbahnen.**
Neuer Triebwagen der Straßenbahn Chikago mit Nutzbremsung. Nach Clardy. 62.
Entwicklungslinien und Vorschläge für die Stockholmer Straßenbahn. Nach J. Körner. 434.
Die Beleuchtungsverhältnisse in den öffentl. Verkehrsmitteln. Nach H. Mattern. 623.
Fahrbares selbsttätiges Umformerwerk der Römer Straßenbahn. 682.
Technische Probleme der großstädtischen Verkehrsbedienung. F. Lehner. Vortr. *673. Bespr. 687.

— **Schnellbahnen.**
Die Untergrundbahn Moskau. 14.
Elektr. Triebwagen im Vorortverkehr. 311.
Elektrisierung der Kairo-Heluan-Bahn. 328.
Verkehr auf der Pariser Stadtbahn. Nach Th. Rich. 352.
Leichte Wagen für die Hoch- und Untergrundbahn New Yorks. Nach W. D. Bearce. 436.
Verlängerungen der Pariser Untergrundbahn. 650.
Technische Probleme der großstädtischen Verkehrsbedienung. F. Lehner. Vortr. *673. Bespr. 687.

— **Grubenbahnen u. versch. Bahnen.**
Nockenfahrschalter für Grubenbahnen. 17.
Elektr. Lokomotivförderung mit Oberrückleitung. 354.
Elektr. Treidelei auf den Wasserstraßen Frankreichs. 682.

— **Oberleitungs-Elektromobile.**
Stromrückgewinn bei Oberleitungs-Omnibussen in England. 132.
Oberleitungs-Omnibusse auf der Automobil- und Motorrad-Ausstellung 1935. 504.
Eröffnung der Obuslinie Steglitz (Breitenbachplatz)—Marienfelde. 548.
Technische Probleme der großstädtischen Verkehrsbedienung. F. Lehner. Vortr. *673. Bespr. 687.

Batterien s. Akkumulatoren.
Bearbeitung s. Maschinenantrieb, Stoffkunde, Werkstatt.
Beglaubigungen s. Prüfämter.
Begrenzer s. Schaltgeräte.
Belastung s. Elektrizitätswerke.
Beleuchtung s. Lichttechnik.
Beleuchtungsmesser s. Lichttechnik.
Benutzungsdauer s. Elektrizitätswerke.

Bergbau.
Nockenfahrschalter für Grubenbahnen. 17.
Elektr. Wagenzubringevorrichtung für Füllörter. 128.
Schlagwettersicherer Aufbau der Schaltgeräte. 264.
Schlagwettergeschützter „Druckknopf". 264.
Elektr. Zünder. 266.
Nach unten strahlende tragbare Mannschaftslampe. Nach Keller. 353.
Photoelektr. Zelle zum Öffnen und Schließen von Wettertüren. Nach Wöhlbier. 353.
Elektr. Lokomotivförderung mit Oberrückleitung. 354.
Lichtsignal- und Wagenzählanlagen in Förderanlagen. 354.
Aus dem Jahresbericht 1933/34 des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen. 383.
Elektr. Kernen. Nach C. u. M. Schlumberger. 383.
Gebläse zum Reinigen von Bohrlöchern. 383.
Rückstrahler an Weichen und Wettertüröffnern. 383.
Elektr. Verriegelung zur Sicherung der magnetischen Aufbereitung. 409.
Schrapperdoppelmotor mit Riemenscheibenkupplung. 409.
Rundfunkempfang im Bergwerk. Nach O. Fritsch. 410.
Grubenbeleuchtung im Jahre 1934. 536.
Schlagwettersichere Leuchte. 594.
Schlagwettergeschützte Niederspannungsverteilungen. 714.

Berichtigung. 96. 224. 312. 368. 416. 600. 664.
Bestimmungen s. Normen u. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Bezugsquellenverzeichnis. 24. 224. 528. 552. 632. 664.

Bildtelegraphie und Fernsehen.
Die Bildfehler beim Fernsehen mit Braunschen Röhren und ihre Behebung. E. Hudec. *28.
Neue Bildtelegraphenstelle in Köln. 133.
Fernsehen in England. 212.
Stand der Bildtelegraphie. H. Stahl. *341.
Weitere öffentl. Fernsehstellen in Berlin. 523.
Fernsehen in Frankreich. 573.
Öffentl. Fernsehstelle Potsdam. 594.
Fernsehen in den V. S. Amerika. 627.
Fremdsteuerung der Strahlbewegung beim Fernsehen mit Braunschen Röhren. Nach M. v. Ardenne. 653.
Entwicklung des Fernsehens in letzter Zeit. *721.
Bildtelegraphie (VDE-Bericht). 721.
Entwicklung des Fernsehens. 726.

Blechstraße s. Maschinenantrieb.
Blindstrom s. Elektrizitätswerke, Kondensatoren.
Blinkgeräte s. Lichttechnik.
Blitz s. Überspannung.
Blockanlagen s. Signalwesen.
Blockwalzwerk s. Maschinenantrieb.
Bogenlampen s. Lichttechnik.

Digitized by Google

Braunsche Röhre s. Theor. Elektrot.
Bremsung s. Bahnbau, Magnetismus.

Brennkraftmaschinen (s. a. Automobile).
Dieselelektr. Fahrzeuge s. Automobile, Bahnbau.
Treibstoffe s. Stoffkunde.
Stand der Entwicklung des Kohlenstaubmotors. 2.
Deutsche Dieselmotoren für elektr. Kraftwerke im Ausland. 185.
Die Stromerzeugungsanlage des Funksenders Luxemburg. 188.
Empfangstörungen durch Verbrennungsmotoren. Nach H. Viehmann u. A. Neubauer. 464.

Brennstoffe s. Dampfkessel, Energiewirtschaft, Stoffkunde.
Brücke s. Lichttechnik, Maschinenantrieb.
Brückenschaltungen s. Meßkunde.
Buchbesprechungen s. Abt. A III, Liter.
Bühne s. Lichttechnik.
Büromaschinen s. Maschinenantrieb.

Chemie s. Elektrochemie.
Chrom s. Elektrochemie, Stoffkunde.

Dachständer s. Installationswesen.
Dämmerung s. Lichttechnik.
Dampfer s. Schiffahrt.

Dampfkessel.
Brennstoffe s. Stoffkunde.
Die neue Kesselanlage des Cuno-Kraftwerkes. Nach Marcard. 20.
Die Erzeugung von Elektrizität aus französischer Braunkohle. 85.
15 000 kW-Elektrodendampfkessel in Norwegen. 160.
Die selbsttätige Entaschungsanlage im Kraftwerk Wehrden bei Völklingen a. d. Saar. Nach E. Widmann. 379.
Neuzeitliche Speisewasseraufbereitung. Nach K. Hofer. 379.
Große Elektrokessel für die Erzeugung von Betriebsdampf in Italien. Nach A. Brambilla. 487.

Dampfkraft s. Dampfkessel, Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft.

Dampfturbinen.
Kondensationsturbine für Japan. 90.
Einfluß der Schienenstreuströme elektr. Straßenbahnen auf die Korrosion in Turbinenkondensatoren. A. Smolanski. *100.
Der größte mit 3000 U/min laufende Turbosatz der Welt. 171.
Brown Boveri-Turbogruppen in der Chemischen Fabrik Beresniki. 184.
Gegendruck-Radial-Turbosatz. 323.
35 000 kW-Turbosatz für Ostasien. 511.
Dampfturbinenbau (VDE-Bericht). 702.
Dampfturbinensteuerung. 702.

Datsch-Lehrmitteldienst. 215.
Dauermagnete s. Magnetismus.
Dehnung s. Meßkunde.
Diebstahl s. Signalwesen.
Dielektrikum s. Theor. Elektrot.
Dieselmotoren s. Brennkraftmaschinen.
Dosen s. Installationswesen.
Drähte s. Leitungen.
Drahtfunk s. Hochfrequenztelephonie.
Drahtlose Technik s. Funkwesen.
Drehfeuer s. Lichttechnik.
Drehmoment s. Meßkunde, Elektr. Masch.
Drehspulgeräte s. Meßkunde.

Drehzahl s. Elektr. Maschinen, Meßkunde, Regelung.
Droschken s. Automobile.

Drosselspulen (s. a. Theor. Elektrot.).
Die axialen Druckkräfte in einlagigen, eisenlosen Zylinderspulen. Nach H. Buchholz. 571.

Druckerei s. Maschinenantrieb.
Druckknopf s. Schaltgeräte.
Dübel s. Installationswesen.
Durchführungen s. Isolatoren.
Durchschlag der Isolierstoffe s. Theor. Elektrotechnik.
Dynamos s. Elektr. Maschinen.

Echo s. Funkwesen.
Eichung s. Meßkunde, Prüfeinrichtungen.

Einheiten.
Internationale Arbeiten über elektr. Einheiten. Nach M. Romanowski. 356.
Absolute Bestimmung des Ampere. Nach H. L. u. R. W. Curtis. 624.
Die Fernsprechbetriebsmaße. Nach H. Schulz. 680.

Eisen s. Hütte, Magnetismus, Stoffkunde, Wärmetechnik.
Eisenbahnen s. Bahnbau, Signalwesen.

Elektrische Maschinen (s. a. Maschinenantrieb, Transformatoren).
— Allgemeines.
Geräuschmessung an elektr. Maschinen. W. Willms. Vortr. *25. *53. Bespr. 69.
Die Darstellung elektr. Schaltungen. K. Hoerner. *317.
Zum mechanisch-akustischen Verhalten elektr. Maschinen. Nach E. Lübcke. 545.
Subjektive und objektive Geräuschmessung bei elektr. Maschinen. Nach B. G. Churcher. 546.
Elektromaschinenbau auf der Leipziger Messe im HdE. 553.
Die Entwicklung der Maschinen und Transformatoren in letzter Zeit. *703.
— Theorie und Entwurf.
Die Flußverdrängung in Eisenblechen in Wechselwirkung mit einem Luftspalt. Nach H. Kaden. 60.
Die Eisenverluste in elektrischen Maschinen. Nach E. Meyer. 60.
Zeichnerische Ermittlung der Wirkungsgrad-Kennlinie aus der Kennlinie der zugeführten und abgegebenen Leistung. A. Grocholski. *125.
Neue polumschaltbare Wicklung. Nach E. W. Krebs. 348.
Genaue Wirkungsgradbestimmung bei Motoren. Nach A. A. Emmerling. 460.
Der Wert der Oberflächenkühlung bei Motoren für Aussetzbetriebe. Nach E. Scharstein. 512.
Dielektr. Verluste in Wechselstrom-Generatoren. Nach G. Keinath. 567.
— Gleichstrommaschinen.
Die Stabilität selbsterregter Generatoren bei Belastung auf konstanten Widerstand. F. Stier. *7.
Zusatzverluste von Gleichstrommaschinen. W. v. Blittersdorff. *231.

Elektrische Maschinen.
Elektrodynamische Leistungswaage. 255.
Astatische Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren mit Elektronenröhren. Nach J. Ratzke. 567.
Eine Spitzenleistung im Bau von Gleichstrommaschinen. 595.
Gleichstrommaschinen (VDE-Bericht). 703.
— Synchronmaschinen.
Turbogenerator für 72 000 kVA, 3000 U/min. 32.
Stromerzeuger für Hochfrequenzöfen. 41.
Unstabilität bei Synchronmotoren. Nach E. L. E. Wheatcroft. 60.
Rechnen mit symmetrischen Komponenten bei Synchronmaschinen. Nach J. Tittel. 129.
Der größte mit 3000 U/min laufende Turbosatz der Welt. 171.
Kleinst-Synchronmotoren. 249.
Geschweißtes Gehäuse für einen 55 000-kVA-Drehstrom-Generator. 323.
Betrieb einer Phasenschieberanlage mit ausrückbaren Kupplungen. A. Brendlin. *399.
35 000 kW-Turbosatz für Ostasien. 511.
Die 40 000 kVA-Generatoren des Wasserkraftwerkes Beauharnois (Kanada). 511.
Drehstrommaschinen (VDE-Bericht). 703.
Die Gegenimpedanz und der zweipolige Kurzschlußstrom der wirkwiderstandslosen synchronen Vollpolmaschine. Nach A. Pfeiffer. 742.
— Asynchronmaschinen.
— — Theorie.
Der Doppelkäfigläufer-Motor mit veränderlicher Streureaktanz im Läufer. Nach W. Scheuring. 110.
Einfluß der Eisensättigung auf den Anlaufstrom von Käfigankermotoren. Nach H. M. Norman. 110.
Ein einfaches Auswertungsverfahren für die Aufnahme der Drehmomentlinien von Asynchronmotoren mit geeichten Gleichstrommaschinen. H. Rahmann. *295.
Neue polumschaltbare Wicklung. Nach E. W. Krebs. 348.
Unsymmetrische Schaltungen der Ständerwicklung des Induktionsmotors. Nach W. Schuisky. 460.
Zusätzliche Momente beim Anlauf von Käfigankermotoren. Nach F. Heller. 486.
Zusatzverluste im Käfig eines Induktionsmotors beim Anlauf und ihre Folgen. Nach W. Schuisky. 512.
Verfahren zur Ermittlung der Anschlußmöglichkeit von Drehstrom-Kurzschlußankermotoren. J. Apfel. *531.
Stromverdrängung bei Doppelstabläufern. E. Kübler. *637.
Das Stromdiagramm der Asynchronmaschine. Nach K. Humburg u. H. Voigt. 741.
— — Verschiedenes.
Über den Gleichlauf von Induktionsmotoren. Nach W. Schuisky. 60.
Der läufergespeiste kompensierte Drehstrommotor als idealer Synchronmotor. T. Schmitz. Brf. 94.
— W. Krämer. Brf. 95.
Aufzugsanlagen mit Einphasen-Dreinutmotoren (Kondensatormotoren). 174.

Digitized by Google

Elektrische Maschinen.

Neue Einheitsmotoren. 248.

Selbsttätige Anlaßeinrichtung „Albo-Knorr". 250.

Kippgrenze der Gleichlaufanordnung mit Hilfe von Asynchronmaschinen. Nach E. Scharstein. 430.

Einphasen-Anwurfmotoren und -Kondensatormotoren. 553.

Gleichlaufanordnungen für elektromotrische Antriebe. Nach C. W. Drake. 623.

Untersuchung über das Verhalten von Drehstrommotoren in der Kurzschluß-Sanftanlauf-(„Kusa"-) Schaltung. Nach J. Bohmann. 647.

Regulierbare Drehstrommotoren. Nach J. Bruncken. 658.

Drehstrommaschinen (VDE-Bericht). 703.

Asynchronmaschine für ein Speicherkraftwerk. 703.

— Wechselstrom-Kommutatormaschinen.

Einheitskennlinie für Wechselstrom-Reihenschlußmotoren und Repulsionsmotoren. L. Binder. *611.

Drehstrommaschinen (VDE-Bericht). 703.

— Umformer.

8600 kVA-Frequenzumformergruppe mit Schlupfreglung im Unterwerk Seebach der Schweizerischen Bundesbahnen. Nach Dudler u. Bossi. 132.

Bahnumformer für Algerien. 148.

Der größte Mehrstellen-Schweißumformer. 328.

Frequenzumformer zur elastischen Kupplung von Drehstromnetzen mit Einphasen-Bahnnetzen. Nach H. Happold. 746.

Elektrisierung s. Bahnbau, Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft.

Elektrizitätswerke (s. a. Bahnbau, Brennkraftmaschinen, Dampfkessel, Dampfturbinen, Energiewirtschaft, Fernmessung, Leitungen, Regelung, Schaltanlagen, Wärmetechnik, Wasserturbinen).

Amerika. 45. 511. 512.
Aussig. 169.
Balaktawa. 107.
Beauharnois. 511.
Belgien. 171.
Beresniki. 184.
Berlin. *665. *736.
Bober-Kraftwerk. 699.
Boulder-Damm-Werk. 512.
Brünn. 345.
Chile. 185.
Deutschland. *38. 90. 214. 379. *655. *699. *701. *736.
Dunajec. 214.
England. 573.
Finnland. 523. 745.
Frankreich. 85. 151. 161. 165. 167. 208. 430. 573.
Görlitz. 699.
Gumbinnen. 699.
Hannover. 699.
Hindenburg. 699.
Hostens. 85.
Island. 68.
Japan. 186.
Kiel. 699.
Krångede. 413.
La Praz. 573.

Elektrizitätswerke.

Lassoula. 430.
Leverkusen. 215.
New York. 45.
Morrköping. 198.
Österreich. 149.
Paris. 167.
Polen. 214.
Rouhiala. 523. 745.
Rußland. 107. 184.
Saaletalsperren. *38.
Schelle. 171.
Schimonoseki. 186.
Schleswig. 90.
Schweden. 89. 198. 413. 543.
Schweiz. 510.
Sillre. 543.
St. Denis II. 208.
Swansea. 573.
Tasmanien. 135.
Truyère-Kraftwerke. 151. 161.
Tschechoslowakei. 169. 345.
Türkei. 186.
Vermuntwerk. 149.
Wehrden. 379.

— Anlagen (Beschreibung und Entwurf).

— — Allgemeines.

Die Entwicklung des Kraftwerksbaues in der letzten Zeit. *701.

— — Wasserkraftwerke.

Die Saaletalsperren. H. Kyser. *38.
Bau eines Elektrizitätswerks in Island. 68.
Einlaufbauwerke für kleine Wasserkraftanlagen. Nach R. Johnson. 107.
Die Wirtschaftlichkeit von Pumpspeicherwerken für Brikettstromverwertung. H. Schulze. Brf. 143.
Das Elbwasserwerk der Stadt Aussig a. d. E. 169.
Bau eines Wasserkraftwerkes am Dunajec. 214.
Wasserkraftwerk Krångede. 413.
Speicherpumpanlage Lassoula (Pyrenäen). R. W. Müller. 430.
Neue Kraftwerke in der Schweiz. 510.
Das Boulder-Damm-Werk vor der Inbetriebsetzung. 512.
Neues Wasserkraftwerk in Finnland. 523.
Das staatliche Kraftwerk Sillre in Schweden. 543.
Ein neues Kraftwerk in den französischen Alpen. 573.
Neue Wasserkraftwerke in Deutschland. 700.
Das Wasserkraftwerk Rouhiala, Finnland. 745.

— — Wärmekraftwerke.

Errichtung eines städtischen Elektrizitätswerkes in New York. 45.
Die Erzeugung von Elektrizität aus französischer Braunkohle. 85.
Die staatlichen Kraftwerke Schwedens im Jahre 1933. 89.
25 Jahre Elektrizitätswerk in Schleswig. 90.
Dampfkraftwerk in Lothringen. 165.
Brown-Boveri-Turbogruppen in der Chemischen Fabrik Beresniki. 184.
Das Kraftwerk St. Denis II. Nach J. Dumas. 208.
Neues Industriekraftwerk. 215.
Das Brünner Kraft-Fernheizwerk. O. Knab. *345.
Die selbsttätige Entaschungsanlage im Kraftwerk Wehrden bei Völklingen a. d. Saar. Nach E. Widmann. 379.

Elektrizitätswerke.

Neues Kraftwerk bei Swansea. 573.
Erweiterungen deutscher Dampfkraftwerke. 699.

— — Verschiedene Kraftwerke.

Eine windelektr. Anlage in Balaktawa (Rußland). Nach W. R. Sectorov. 107.
Deutsche Dieselmotoren für elektr. Kraftwerke im Ausland. 185.
Die selbsttätigen Schalteinrichtungen auf der Eisenbahnstrecke Orléans—Tours. A. Hierholzer. *402.
Elektrisierung der Bretagne und Normandie. Ist sie mit Flutwerken möglich? Nach A. Defour. 430.
Meereskraftwerke. W. Gosebruch. 513.
Elektrizitätserzeugung durch Riesen-Windkraftanlagen. K. Bilau. Brf. 525.

— Belastungsverhältnisse.

Vermeidung von Ölmotoren in Spitzenkraftwerken. 2.
7230 h Benutzungsdauer in Tasmanien. 135.
Die Wirtschaftlichkeit von Pumpspeicherwerken für Brikettstromverwertung. H. Schulze. Brf. 143.
Speicherpumpanlage Lassoula (Pyrenäen). R. W. Müller. 430.
Der Einfluß des Beleuchtungsstromabsatzes auf die Belastung eines Elektrizitätswerks. Nach W. Peters. 433.
Abnahmeanalyse von 50 Großabnehmern. 548.
Spitzendeckung (VDE-Bericht). 702.

— Betriebsüberwachung.

Meßgeräte und Überwachungsanlagen im Ausland. 167.
Neuzeitliche Betriebsüberwachung in einem japanischen Kraftwerk. 186.
Arbeits- und Leistungsmessung in englischen Großkraftwerken. Nach S. James u. Henderson. 347.

— Blindstromfragen.

Große Phasenschieber-Kondensatoranlage in Thüringen. 68.
Betrieb einer Phasenschieberanlage mit ausrückbaren Kupplungen. A. Brendlin. *399.
Eine Phasenschieber-Kondensatoren-anlage für 5000 BkW bei der Kraftwerk Sachsen-Thüringen Aktiengesellschaft. H. Schulze. *501.

— Verschied. technische Betriebsfragen.

Die Berechnung dreipoliger Dauerkurzschlüsse in verbundgespeisten Netzen bei Berücksichtigung der Vorbelastungen. H. Grünewald. *33.
Die Wartung von stillgelegten Wärmekraftwerken. 323.
Der Erdungswiderstand verschiedener Bodenarten und die Vorausberechnung der Elektroden. Nach E. Sprecher. 411.
Die Regelung der Stromverteilung in Ringnetzen mittels des Quertransformators. Nach W. Oburger. 429.
Verfahren zur Ermittlung der Anschlußmöglichkeit von Drehstrom-Kurzschlußankermotoren. J. Apfel. *531.
Frequenzumformer zur elastischen Kupplung von Drehstromnetzen mit Einphasen-Bahnnetzen. Nach H. Happold. 746.

Digitized by Google

Elektrizitätswerke.

— **Geschäftlich-Wirtschaftliches.**

Betriebsatzung für die Versorgungsbetriebe oder Verkehrsbetriebe der Stadt (des Kreises) .... 214.

Einige Beiträge zur praktischen Gestaltung der Berechnung der Kosten von Energieumwandlungen. Nach G. Schnaus. 327.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke. 443. 624.

Amerikanische Stromwerbung. 492.

Energiewirtschaft und Kraftverkehr, neue Wege durch Elektrofahrzeuge. Nach Blume. 493.

Alter und Erneuerung industrieller Kraftwerke in den V. S. Amerika. 594.

— **Tarifwesen.**

Haushalttarife in Frankreich. Nach F. Hartmann. 20.

Errichtung eines städtischen Elektrizitätswerkes in New York. 45.

Der Energieverbrauch beim Kochen auf gas- und stromgeheizten Herden. Nach W. Raiß. 61.

Tarifformen in der Landwirtschaft der V. S. Amerika. 106.

Bemühungen zur Ermäßigung von Stromverkaufpreisen in Frankreich. 117.

Schaltung von periodisch arbeitenden Absorptionskühlschränken unter besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Tarifformen. P. Scholl. *227.

Der Einfluß des Beleuchtungstromabsatzes auf die Belastung eines Elektrizitätswerks. Nach W. Peters. 433.

Der neue Reichsmolkereitarif. 464.

Tarifgerät der AEG. 558.

Elektrizitätswirtsch. s. Energiewirtsch.

Elektrizitätszähler s. Meßkunde.

Elektrochemie (s. a. Stoffkunde).

Öfen s. Wärmetechnik.

Die elektrochemische Fabrik von Porto-Marghera der Gesellschaft San Marco. Nach R. Sevin. 66.

Praktische Überwachung der Verchromungsbäder. 116.

Ein Laugenprüfer zur Bestimmung des Karbonatgehaltes von Elektrolyten alkalischer Akkumulatoren. H. Schmitz. *203.

Verchromungs-Vollautomaten. 244.

Bewertung und Prüfung von Preßstoffen in der Elektrotechnik. R. Vieweg. *284.

Elektrolytische Nickelüberzüge bei einem pH-Wert von über 7,0. 442.

Die Erzielung glänzender Nickelüberzüge in Gegenwart von Kolloiden. Nach M. Baillay u. L. Guillet. 491.

Elektrochemie auf der Leipziger Messe. 560.

Haften von galvanischen Niederschlägen. Nach M. Cymboliste. 656.

Entwicklung der Elektrochemie in letzter Zeit. *718.

Elektrolytische Metallgewinnung und -raffination (VDE-Bericht). 718.

Galvanotechnik (VDE-Bericht). 718.

Elektroindustrie s. Abt. A V, Gesch. Mitt.

Elektrolyse s. Elektrochemie.

Elektromagnet s. Magnetismus.

Elektrometer s. Meßkunde.

Elektromobile s. Bahnbau.

Elektronenoptik s. Theor. Elektrot.

Elektronentheorie s. Theor. Elektrot.

Elektrotechnischer Verein s. Abt. A IV.

Elektrowärme s. Wärmetechnik.

Elemente.

Korrosion durch Elementbildung an Turbinenkondensatoren. 100.

Eloxal s. Stoffkunde.

Empfänger s. Funkwesen.

Endverschlüsse s. Leitungen.

Energiewirtschaft (s. a. Elektrizitätswerke, Stoffkunde).

— **Wasserwirtschaft.**

Die Ausnutzung von Wasserkräften in Gegenwart und Zukunft. 572.

— **Wärme- und Brennstoffwirtschaft.**

Treibstoffwirtschaft s. Stoffkunde.

Elektrizitätswirtschaft und Saarrückgliederung. F. Hergt. *73.

Die Erzeugung von Elektrizität aus französischer Braunkohle. 85.

— **Elektrizitätswirtschaft.**

— -- **Allgemeines.**

Der Energieverbrauch beim Kochen auf gas- und stromgeheizten Herden. Nach W. Raiß. 61.

Elektr. Hausinstallation. Nach E. H. W. Banner. 351.

Die Bedeutung des Lichtverbrauchs für die Elektrizitätswerke. Nach B. Seeger. 463.

Energiewirtschaft und Kraftverkehr, neue Wege durch Elektrofahrzeuge. Nach Blume. 493.

Internationale Elektrizitätserzeugung 1934. 573.

— -- **Deutschland.**

Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in der Provinz Schlesien. Bachmann. *10. Brf. 367.

— Schlesische Elektricitäts- und Gas-Actien-Gesellschaft. 366.

Elektrizitätswirtschaft und Saarrückgliederung. F. Hergt. *73.

Saarstrom für das Reich. 90.

Gartensiedlung Manzell. 215.

Die Verschachtelungen in der deutschen Stromwirtschaft. B. Thierbach. *403.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft 443. 624.

Erzeugung und Verbrauch elektr. Arbeit in Deutschland. 67. 214. 444. 522. 594.

Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in der letzten Zeit. *699.

Satzungen und Haushaltsplan der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung. 745.

— — **Übriges Europa.**

Das Lastenheft für den Bau eines ländlichen Verteilungsnetzes in Frankreich. Nach L. Melot. 44.

Drei Fünfjahrespläne zur Elektrisierung von Jugoslawien. 45.

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung Ungarns. E. Wilczek. *57.

Die Stromversorgung der Schweizerischen Bundesbahnen. Nach H. Eggenberger. 62.

Energiewirtschaft.

Weitere Zunahme der portugiesischen Elektrizitätserzeugung. 67.

Die staatlichen Kraftwerke Schwedens im Jahre 1933. 89.

Die Elektrizitätsversorgung Hollands. W. Lulofs. *320. *375.

Das Elektrisierungsprogramm des zweiten Fünfjahrplanes der UdSSR (1933 bis 1937). K. A. Pohl. *421. *454.

Elektrisierung der Bretagne und Normandie. Ist sie mit Flutwerken möglich? Nach A. Defour. 430.

Die öffentl. Elektrizitätswirtschaft der Schweiz bis zum Berichtsjahr 1933. *509. *541.

Die öffentl. Stromversorgung Mähren-Schlesiens ČSR. O. Knab. *588.

Errichtung einer nordböhmischen Sammelschiene. 683.

— — **Amerika.**

Stromversorgung der Landwirtschaft in den V. S. Amerika. *105.

Neue Zahlen aus Kanadas Elektrizitätswirtschaft. 135.

Alter und Erneuerung industrieller Kraftwerke in den V. S. Amerika. 594.

— — **Asien.**

Starke Zunahme der japanischen Elektrizitätserzeugung. 44.

Die Elektrizitätswirtschaft Niederländisch-Indiens. 412.

Planmäßige Elektrizitätswirtschaft auf Ceylon. 594.

— — **Afrika.**

Elektrizitätswirtschaftliche Fortschritte in Südafrika. 90.

Entaschung s. Dampfkessel.

Entstaubung s. Gasreinigung.

Entstörung s. Funkwesen.

Erdschluß und Erdschlußschutz.

Die Bestimmung des Fehlerortes bei Erdschlüssen. Nach W. F. Dunkle u. J. S. de Shazo. 86.

Der Erdungswiderstand verschiedener Bodenarten und die Vorausberechnung der Elektroden. Nach E. Sprecher. 411.

Aus der Praxis amerikanischer Leitungsschutztechnik. Nach L. F. Hunt u. A. A. Kroneberg. 429.

Über Schutzleiter für Schutzschaltung. F. Dittrich. *585.

Erdung s. Erdschluß, Theor. Elektrot.

Erdungsstange s. Leitungen.

Erfindungen s. Rechtspflege.

Erwärmung s. Elektr. Maschinen, Wärmetechnik.

Fabrik s. Maschinenantrieb u. Abt. A V, Geschäftl. Mitteil.

Fahrleitung s. Bahnbau.

Fahrrad s. Lichttechnik.

Fahrtreppen s. Maschinenantrieb.

Fahrzeuge s. Automobile, Bahnbau, Lichttechnik, Schiffahrt, Signalwesen.

Fassungen s. Installationswesen.

Fehlerortsbestimmung s. Erdschluß, Leitungen.

Feld, elektr., s. Theoret. Elektrot.

Feld, magn., s. Magnetismus.

Fernleitung s. Leitungen.

Digitized by Google

Fernmeldetechnik s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Röhren, Verstärkertechnik.

Fernmessung und Fernsteuerung.

Das Fernsteuersystem der Unterwerke der London-Brighton-Bahn. 63.

Der Siemens-Autopilot. 88.

Meßgeräte und Überwachungsanlagen im Ausland. 167.

Die Fernmeßanlage des Fränkischen Überlandwerks, AG., Nürnberg. A. Kemmelmeier u. W. Semmler. *235.

Gußgekapselte Verteilungsanlage für Fernsteuerung. 261.

Fernsteuerbarkeit des Nockenschalters. 262.

Arbeits- und Leistungsmessung in englischen Großkraftwerken. Nach S. James u. Henderson. 347.

Weichen- und Signalfernsteuerung bei einer amerikanischen Eisenbahn. 352.

Nullpunktverlegung bei Doppelspulinstrumenten. Nach W. Geyger. 485.

Entwicklung der Elektrizität in der Industrie in letzter Zeit. *713.

Leuchtschaltbild für einen Getreidespeicher. 714.

Fernschreiber s. Telegraphenwesen.

Fernsehen s. Bildtelegraphie.

Fernsprechwesen (s. a. Funkwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Techn. Akustik, Verstärkertechnik).

— **Allgemeines.**

Zugtelephonie. Nach J. Liston. 41.

Fernsprechanlagen für den Luftschutz. 211.

Universalzentrale. 251.

Ausschußtagungen des CCIF. Nach K. Höpfner. 654.

Entwicklung des Fernsprechwesens in letzter Zeit. *719.

Das Fernmeldewesen im 2. Halbjahr 1934. F. Gladenbeck. *725.

— **Fernsprechverkehr.**

Sammelferngespräche und Ferntagungen. 45.

Umstellung der Fernsprechnetze in Deutschland auf den Wählbetrieb. 356.

Entwicklung des Fernsprechwesens in Australien. 357.

Fernsprechwerbung in Frankreich. 466.

Öffentl. Fernsprechzellen in Paris. 548.

Anschluß von China an das Weltfernsprechnetz? 627.

Fernsprechweitverkehr. (VDE-Bericht). 719.

Technik des Fernsprech-Weitverkehrs. 725.

Entwicklung des deutschen Fernsprechwesens. 726.

— **Fernsprechgeräte.**

Teilnehmersprechstellen. 251.

Münzfernsprecher. 251.

Dreh- und ausziehbarer Scherenarm. 251.

Lautsprecher-Umschalter. 253.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Verwendung von Preßstoffen. Leysieffer. *288.

Einpoliger Fernhörer. C. Bähr. 570.

Fernsprechwesen.

Die Rundfunkempfänger-Entwicklung im Verbande der Gesamtentwicklung der Nachrichtentechnik. F. Troeltsch u. A. Schöne. *644.

Piezoelektr. Lautsprecher. Nach S. Ballantine. 744.

— **Selbstanschlußwesen.**

Deutsche Fernsprech-Selbstanschlußtechnik in aller Welt. 146.

Die Fernsprechanlage der Emlak-Bank in Ankara. 158.

„Fallwähler-System Merk." 251.

Impulsschreiber. 251.

Umstellung der Fernsprechnetze in Deutschland auf den Wählbetrieb. 356.

Entwicklung der Nebenstellentechnik. 559.

Tonfilm im Fernsprechbetrieb. 595.

Amtsbau und Sprechstellentechnik (VDE-Bericht). 719.

— **Fernsprechstörungen.**

Über Knallgeräusche in Fernmelde-Freileitungen und ihre Unterdrückung durch Knallschutzgeräte. Nach W. Wild. 18.

Schutzwirkung des Kabelmantels von Fernmeldekabeln gegen Starkstrombeeinflussung. Nach C. L. Gilkeson u. A. J. Hanks. 114.

Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromleitungen (VDE-Bericht). *722.

Fernsteuerung s. Fernmessung.

Ferromagnetismus s. Magnetismus.

Festigkeit, elektr., s. Theor. Elektrot.

Festigkeit, mechan., s. Leitungen.

Filter s. Gasreinigung.

Flechtmaschine s. Leitungen.

Flugwesen.

Der Siemens-Autopilot. 88.

Beleuchtung von Flugplätzen. 190.

Fernsprechanlagen für den Luftschutz. 211.

Funkanlagen für die Luftfahrt in England. 215.

Kennzeichnung von Flugplätzen mit Hilfe von Erdkabeln. 412.

Flugplatzbeleuchtung im Jahre 1934. 535.

Vollselbsttätiges elektr. Leuchtfeuer zur Flugstreckenbefeuerung. Nach L. Besnard. 620.

Elektr. Flugzeuggerät zur Feststellung und Ausmessung thermischer atmosphärischer Störungen. Nach Claus u. Kohlitz. 651.

Flüssigkeiten s. Theor. Elektrot.

Flutkraft s. Elektrizitätswerke.

Folien s. Stoffkunde.

Förderanlagen s. Maschinenantrieb, Signalwesen.

Freileitungen s. Leitungen.

Frequenz s. Hochfrequenz, Meßkunde.

Funken s. Theor. Elektrot.

Funkenstrecke s. Meßkunde, Schaltger.

Funkwesen (s. a. Bildtelegraphie, Meßkunde, Röhren, Techn. Akustik, Theoret. Elektrot., Verstärkertechn.)

— **Allgemeines.**

Die Lissaboner Tagung des CCIR. H. Harbich. *80.

Funkwesen.

Funksprechdienst auf kleinen Schiffen (Fischereidampfern). 82.

Funkausrüstung auf Schiffen. 136.

Funkanlagen für die Luftfahrt in England. 215.

Drahtlose Verständigung zwischen dem Fahrzeug und der Blockstelle. 408.

Kennzeichnung von Flugplätzen mit Hilfe von Erdkabeln. 412.

Drahtloses Fernsprechen mit Schiffen in See. Nach C. N. Anderson. 439.

Rundfunk auf deutschen Kauffahrteischiffen. 523.

Funksprechen im Eisenbahndienst. 656.

Entwicklung des Funkwesens in letzter Zeit. *721.

Kurzwellen-Funkverkehr. 721.

Das Fernmeldewesen im zweiten Halbjahr 1934. F. Gladenbeck. *725.

— **Wellenausbreitung.**

Die Höhenantenne des Groß-Rundfunksenders München. 19.

Wellenausbreitung, Tages- und Nacht-Feldstärken von Funksendern. 82.

Ausbreitung elektromagnetischer Felder längs Flußläufen. Nach V. Fritsch. 133.

Die gegenseitige Beeinflussung elektr. Wellen bei der Ausbreitung. 326.

Untersuchungen über die Heavisideschicht. Nach G. W. Kenrick, H. E. Paul, K. Försterling u. H. Lassen. 355.

Rundfunkempfang im Bergwerk. Nach O. Fritsch. 410.

Experimentelle Untersuchungen des beim Funkpeilen störenden Nachteffekts. Nach G. Borkowetz u. A. Hagen. 489.

Echos mit langer Laufzeit. Nach J. Hals u. I. Fuchs. 521.

Untersuchungen über die Ionosphäre. Nach S. S. Kirby, L. V. Berkner u. D. M. Stuart. 623.

— **Funkverbindungen.**

Funkfernsprechen Berlin—Tokio. 356.

Funkfernsprechverkehr Italien—Tripolis. 466.

Direkte Funksprechlinie New York—Paris. 548.

Neue Funksprechverbindungen. 727.

— **Rundfunk.**

Der Rundfunk in Polen. 41.

Über eine Million mehr Rundfunkteilnehmer. 68.

Die Lissaboner Tagung des CCIR. H. Harbich. *80.

Frequenzabstand zwischen den Rundfunksendern. 81.

Der 5000. Volksempfänger im Freistaat Danzig. 90.

Drahtfunk. F. Gladenbeck. Vortr. *121.

Rundfunk in England. 136.

Kabel für zentrale Rundfunkanlagen. 172.

Rundfunkhörer in Großbritannien. 328.

Neuere Entwicklung der elektr. Nachrichtentechnik. Nach Küpfmüller. Vortr. 365.

Rundfunkempfang im Bergwerk. Nach O. Fritsch. 410.

Rundfunk auf deutschen Kauffahrteischiffen. 523.

6,6 Mill Rundfunkteilnehmer in Deutschland. 528.

10 Jahre Rundfunk in Polen. 595.

Welt-Rundfunkzahlen. 626.

Digitized by Google

Funkwesen.
Rundfunk in Pariser Autodroschken. 627.
Rundfunk in Rußland. 656.
Überseerundfunk. 721.
Zahl der Rundfunkteilnehmer in Deutschland. 727.

— — **Rundfunkstörungen.**
Unterdrückung von Störgeräuschen im Rundfunkempfänger. 82.
Gesetzliche Verpflichtung zur Rundfunkentstörung. 215.
Störschutzstecker. 253.
Rundfunkstörungen durch Überschläge an Hochspannungsisolatoren. Nach J. L. Langton u. E. Bradshaw. 325.
Tagung des internationalen Rundfunk-Entstörungsausschusses in Berlin. 328.
Einheitsgeräte für Rundfunk-Entstörung. 384.
Untersuchungen von Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen in Schweden mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. H. Norinder. Vortr. *393. Bespr. 468.
Tagung der Meß - Sachverständigen des Rundfunk - Störungsausschusses (CISPR) der Internationalen Elektrotechn. Kommission (IEC) vom 3. bis 11. XII. 1934 in Berlin. Harbich. 409.
Verbesserte Rundfunk-Störschutzschaltungen. Nach W. Koch u. H. Maaß. 410.
Die Beeinflussung des Rundfunkempfanges durch Hochspannungsisolatoren. W. Furkert. *449.
Feuchte, verschmutzte Oberfläche von Hochspannungsisolatoren als Ursache von Rundfunkstörungen. Nach W. A. Hillebrand u. C. J. Miller. 459.
Die Rundfunk-Störfähigkeit von Isolatoren. Nach G. I. Gilchrest. 460.
Bekämpfung der Rundfunkstörungen in der Schweiz. 464.
Empfangsstörungen durch Verbrennungsmotoren. Nach H. Viehmann u. A. Neubauer. 464.
Über Störempfindlichkeit von Empfangsanlagen und ihre quantitative Beurteilung. Nach Dennhardt. Vortr. 465.
Rundfunk-Störschutz in der Tschechoslowakei. 466.
Erprobung von Rundfunk-Störungsschutzmitteln. 523.
Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromleitungen (VDE-Bericht). *722.
Rundfunkentstörungsdienst der Deutschen Reichspost. 727.

— **Funkstationen.**
Amerika KOA. 410.
Berlin. 45.
Daventry. 656.
Droitwich. 64.
Lille. 548.
Luxemburg. 188.
Lyon. 548.
München. 19.
Muret-Toulouse. 548.
Nanking. 186.
Sofia. 523.
Die Höhenantenne des Groß-Rundfunksenders München. 19.
Ultrakurzwellen-Sender Berlin im Betrieb. 45.
Der neue englische Langwellensender Droitwich. 64.

Funkwesen.
Die Stromerzeugungsanlage des Funksenders Luxemburg. 188.
Die amerikanische Rundfunk-Sendestelle KOA. Nach J. J. Farell. 410.
Der neue bulgarische Landessender. 523.
Neue Rundfunksender in Frankreich. 548.
Erweiterung des britischen Rundfunksenders in Daventry. 656.
Erhöhung der Leistung der deutschen Großrundfunksender. 721.

— **Funkempfänger.**
Abstimmschärfe und Frequenzkonstanz von Funkempfängern. 80.
Der 5000. Volksempfänger im Freistaat Danzig. 90.
Neuer Olympia-Empfänger. 252.
Neuer Zweiröhren-Luxus-Empfänger. 252.
Transformatoren für Funk-Empfangsgeräte. 252.
2 V-Dauerakkumulator für den Volksempfänger. 253.
Kreiselantrieb, Säulenskala und Wellenpeiler am Rundfunkgerät. 253.
Elektrotechnische Erzeugnisse aus Kunstharz-Preßstoffen und ihre Konstruktion. A. Hermanni. *275. B. 312.
Mißerfolg bei der Einfuhr japanischer Radioapparate nach Bulgarien. 328.
Ein neuer Schnell-Such-Empfänger. Nach H. Stanesby. 355.
Rundfunkgeräte auf der Leipziger Messe. 559. 565.
Zusatzgeräte zum Volksempfänger. 565.
Die Rundfunkempfänger-Entwicklung im Verbande der Gesamtentwicklung der Nachrichtentechnik. F. Troeltsch u. A. Schöne. *644.
Fernsehempfänger. 721.

— **Verschiedene Funkgeräte.**
Synchronisation und Quasisynchronisation von Rundfunksendern. 81.
Unterdrückung von Oberwellen. 81.
Behandlung von Abschirmungsaufgaben durch ein Näherungsverfahren. Nach J. Hak. 87.
Ein neues Gerät zum Prüfen von Rundfunkempfängern. 87.
Einheitsgeräte für Rundfunk-Entstörung. 384.
Konstruktion neuer Röhren zur Erzeugung sehr kurzer elektr. Wellen. Nach O. Pfetscher u. K. Müller. 411.
Über die gleichzeitige Erregung von zwei Frequenzen in einer Röhre. Nach M. Lattmann u. H. Salinger. 547.
Die Rundfunkempfänger-Entwicklung im Verbande der Gesamtentwicklung der Nachrichtentechnik. F. Troeltsch u. A. Schöne. *644.
Modulation in der Hochfrequenztechnik. Nach H. Brückmann. 653.
„Eichel"-Elektronenröhren für Ultrafrequenzen. Nach B. Salzberg. 683.

Galvanometer s. Meßkunde.
Galvanotechnik s. Elektrochemie.
Garagen s. Automobile.
Gärtnereien s. Wärmetechnik.
Gasentladung s. Gleichrichter, Lichttechnik, Röhren, Röntgentechnik, Theoret. Elektrot.
Gasprüfer s. Meßkunde.
Gasreinigung.
Untersuchungen über die physikalischen Vorgänge bei der Elektrofilterung. Nach G. Mierdel u. R. Seeliger. 491.

Gebäudeblitzschutz s. Überspannungsschutz.
Gebläse s. Maschinenantrieb.
Gebrauchsmuster s. Rechtspflege.
Gegeninduktivität s. Theor. Elektrot.
Geldwirtschaft s. Abt. AV, Gesch. Mitt.
Geleuchte s. Lichttechnik.
Genauigkeit s. Meßkunde.
Generatoren s. Elektr. Maschinen.
Geophysik s. Physik.
Geräusche s. Fernsprechwesen, Funkwesen, Meßkunde, Technische Akustik.
Geschäftliche Mitteilungen s. Abt. AV.

Geschichte.
Drei Jahrzehnte Installationsmaterial. Nach W. Klement. Vortr. 112.
Ausstellung anläßlich der Jahrhundertfeier der deutschen Eisenbahn in Nürnberg. 356.
50 Jahre Schaltanlagenbau der BEWAG 1884 bis 1934. E. Krohne. Vortr. *665. *736.

Geschwindigkeit s. Meßkunde.
Gesetze s. Rechtspflege.

Getriebe (s. a. Maschinenantrieb).
Kupplungen und Getriebe auf der Leipziger Messe. 562.

Gewerbe s. Maschinenantrieb.
Gewerblicher Rechtsschutz s. Rechtspflege.
Gewitter s. Überspannung.
Gittersteuerung s. Gleichrichter.
Glas s. Stoffkunde.
Gleichlauf s. Maschinenantrieb.

Gleichrichter (u. a. Stromrichter).
— **Quecksilberdampf-Gleichrichter.**
Großgleichrichter, Schaltanlagen und Lokomotivantrieb für französische Bahnen. 163.
Stromrichter auf der Leipziger Messe. 556.
Eignung des Quecksilberdampf-Gleichrichters für Gleichstrom-Hochspannungs-Übertragungen. 602.
Eine Versuchsausführung eines Ignitron-Gleichrichters. Nach L. R. Ludwig, F. A. Maxfield u. A. H. Toepfer. 681.
Entwicklung der Hochspannungs-Gleichrichter. 709.
Die Entwicklung der Stromrichter in letzter Zeit. *708.

— **Glühkathoden-Gleichrichter.**
Vorschalt-Gleichrichter für Rundfunkgeräte. 258.
Eignung der Hochvakuumventilröhren für Gleichstrom-Hochspannungs-Übertragungen. 601.

— **Trocken-Gleichrichter.**
Fortschritte in der Verwendung von Selen-Trockengleichrichtern. K. Maier. *237.
Anwendung der Kupferoxydul-Gleichrichter. 257.
Vorschalt-Gleichrichter für Rundfunkgeräte. 258.
Gleichrichter für selbsttätige Ladung von Elektrofahrzeug-Batterien. K. Kubbe. Brf. 551.

Digitized by Google

Gleichrichter.

Stromrichter auf der Leipziger Messe. 556.

— **Verschiedene Stromrichter.**

Wechselrichter nach dem Schwingpendelprinzip. 310.

Die Verwendung eines gasgekühlten Lichtbogens zur Gleichrichtung mit besonderer Berücksichtigung des Marx-Stromrichters. Nach W. G. Thompson. 324.

Die Sperrspannung des Marx-Stromrichters. Nach H. W. Meyer. 514.

Eignung des Lichtbogenstromrichters für Gleichstrom - Hochspannungs - Kraftübertragungen. 602.

Schwingkontaktgleichrichter. 716.

— **Steuerung von Stromrichtern.**

Umrichter für Bahnbetrieb. 90.

Umrichter zur Kupplung eines Dreiphasennetzes von 50 Hz mit einem Einphasennetz $16^2/_3$ Hz. 126.

Deutsche gittergesteuerte Quecksilberdampf-Gleichrichter im Auslande. 196.

Naht- und Punktschweißmaschine mit Gittersteuerung. 311. B. 368.

Die Berechnung des Parallelwechselrichters bei ohmscher Belastung. Nach W. Schilling. 486.

Regelung mittels Stromrichter auf der Primärseite von Einphasentransformatoren kleiner Leistung. Nach W. Schilling. 487.

Steuerungen auf der Leipziger Messe. 554.

Kleine Wechselrichter. 564.

Die Entwicklung der Stromrichter in letzter Zeit. *708.

Gleichstrom-Hochspannung s. Leitungen.

Gleiterscheinung s. Theor. Elektrot.

Glimmerscheinung s. Theor. Elektrot.

Glimmteiler s. Regelung.

Glühen s. Wärmetechnik.

Glühlampen s. Lichttechnik.

Graphit s. Stoffkunde.

Grube s. Bergbau.

Grubenbahnen s. Bahnbau.

Grüne Woche s. Ausstellungen.

Gummi s. Stoffkunde, Theor. Elektr.

Gußeisen s. Stoffkunde, Wärmetechnik.

Habilitation s. Unterricht.

Halbleiter s. Theor. Elektrot.

Hall s. Meßkunde, Techn. Akustik.

Hallwachseffekt s. Lichttechnik.

Handel s. Abt. AV, Geschäftl. Mitteil.

Hängebahn s. Maschinenantrieb.

Harz s. Stoffkunde.

Hausanschluß s. Installationswesen.

Haushalt s. Lichttechnik, Maschinenantrieb, Wärmetechnik.

Heavisideschicht s. Funkwesen.

Hebezeuge s. Maschinenantrieb.

Heißwassergeräte s. Wärmetechnik.

Heizung s. Wärmetechnik.

Herde s. Wärmetechnik.

Herzmeßgerät s. Medizin.

Hochfrequenz s. Elektr. Maschinen, Funkwesen, Leitungen, Medizin, Meßkunde, Stoffkunde, Theoret. Elektrot., Wärmetechnik.

Hochfrequenztelephonie.

Drahtfunk. F. Gladenbeck. Vortr. *121.

Der moderne Kopplungskondensator für die drahtgerichtete Hochfrequenztelephonie. 183.

Neuere Entwicklung der elektr. Nachrichtentechnik. Nach Küpfmüller. Vortr. 365.

Der Drahtfunk als Ergänzung der Rundfunkversorgung. 726.

Hochschulen s. Unterricht u. Abt. A II, Persönliches.

Hochspannung s. Isolatoren, Gleichrichter, Leitungen, Meßkunde, Schaltgeräte, Theor. Elektrot., Überspannung, Überstrom.

Höhensonne s. Lichttechnik.

Höhenstrahlung s. Physik.

Holz s. Meßkunde, Theoret. Elektrot., Wärmetechnik.

Hütte und Walzwerk.

Öfen s. Wärmetechnik.

Zwillingsmotoren-Antriebe für Walzwerke. Nach L. M. Gumm. 63.

Elektrische Ausrüstung einer Blockwalzenstraße in Italien. 153.

Steuerung elektr. angetriebener Scheren. 307.

Der elektrische Antrieb im kontinuierlichen Rohrwalzwerk. 325.

Ein elektr. betriebenes Feineisen- und Drahtwalzwerk in Indien. 519.

Elektr. Antrieb einer großen Blechstraße. 519.

Beschickung von Hochöfen. 714.

Impulsschreiber s. Fernsprechwesen.

Indikator s. Meßkunde.

Induktivität s. Theoret. Elektrot.

Industrie s. Abt. AV, Gesch. Mitt.

Insektenfallen, elektr. 683.

Installationswesen (s. a. Elektrizitätswerke, Leitungen, Meßkunde, Schaltgeräte).

Sicherungen s. Überstromschutz.

— **Allgemeines.**

Installation von Beleuchtungsanlagen. Nach H. Laurick. 40.

Installationstechnik auf der Leipziger Messe 1935. 97.

Drei Jahrzehnte Installationsmaterial. Nach W. Klement. Vortr. 112.

Einheitliche Zählerinstallation. 131.

Faltverteilungen. 246.

Lichtverteilungskasten. 246.

Erhöhung der Sicherheit durch Verwendung von Kunstharz-Preßstoffen als Isolierstoffe. H. Passavant. *269.

Elektrotechnische Erzeugnisse aus Kunstharz-Preßstoffen und ihre Konstruktion. A. Hermanni. *278. B. 312.

Hausanschlußkästen aus Isolierpreßstoff. 303.

Zähler-Überdeckungskappe. 303.

Wechselschaltungen, Theorie und Anwendungen. Nach W. Bader. 486.

Installationstechnik auf der Leipziger Messe. 557.

Über Schutzleiter für Schutzschaltung. F. Dittrich. *585.

Elektrizität an Bord. B. Bleicken. *693.

— **Steckvorrichtungen.**

Neue Stecker. 247.

Störschutzstecker. 253.

Installationswesen.

— **Fassungen.**

Eine Lampenfassung mit Schaltkranz. 111.

Gelenkfassungen. 247.

Mignon-Isolierstoffassung. 247.

Schalenhalter. 247.

— **Leitungsverlegung.**

Installation und Beleuchtung einer großen Brücke. Nach F. A. Westbrook. 131.

Dachständer-Eindeckblech. 241.

Uni-Unterputzsystem. 246.

Dickhäuterdosen. 246.

Niedax-Dübel. 247.

Abstandschelle aus Preßstoff. 566.

Institute s. Prüfämter.

Instrumente s. Meßkunde.

Ionenstrahlen s. Theor. Elektrot.

Ionosphäre s. Funkwesen.

Isolatoren (s. a. Stoffk., Theor. Elektr.).

Zur Messung der Spannungsverteilung an Isolatoroberflächen. H. Schering u. W. Raske. *75.

Rohrförmiger Isolator für Luftleitungen bei Triebwagen. 112.

Deutsche Hochspannungsisolatoren für einige bemerkenswerte ausländische Anlagen. 149.

Zweiteilige, ölgefüllte Durchführungen kittloser Bauart. 150.

Einrohrdurchführungen. 239.

Doppelfederring-Isolator. 239.

Kondensatordurchführungen aus Porzellan. 240.

Dauerprüfstand. 240.

Die Überschlagspannung verschmutzter Isolatoren. F. Obenaus. *369.

Stoßspannungsuntersuchungen mit dem Kathodenoszillographen. Nach T. E. Allibone, W. G. Hawley u. F. R. Perry. 441.

Die Beeinflussung des Rundfunkempfanges durch Hochspannungsisolatoren. W. Furkert. *449.

Feuchte, verschmutzte Oberfläche von Hochspannungsisolatoren als Ursache von Rundfunkstörungen. Nach W. A. Hillebrand u. C. J. Miller. 459.

Die Rundfunk-Störfähigkeit von Isolatoren. Nach G. I. Gilchrest. 460.

Amerikanische Überschlagwerte für Kettenisolatoren und Stabfunkenstrecken. 513.

Isolatoren auf der Leipziger Messe. 554.

Amerikanische Versuche an Kettenisolatoren. 568.

Hochstrom-Stoßanlage für Mittelspannungen. 593.

Überschlag von Isolatoren bei Gleich- und Wechselspannung. 604.

Korona- und Isolatorenverluste bei hoher Gleichspannung in Abhängigkeit von der Witterung. E. Kühn. *609.

Isolatorüberschlag in Luft. Nach F. W. Maxstadt. 741.

Isolierstoffe s. Isolatoren, Stoffkunde, Theoret. Elektrot.

Isolierte Leitungen s. Leitungen.

Jahresabschlüsse s. Abt. AV, Gesch. Mitt.

Jubiläum s. Elektrizitätswerke, Geschichte, Unterricht und Abt. A II, A III und AV.

Digitized by Google

Kabel s. Leitungen.
Kaltbearbeitung s. Stoffkunde.
Kapazität s. Kondensatoren, Meßkunde.
Kapital s. Abt. AV, Gesch. Mitt.
Kapselung s. Schaltanlagen.

Karten.
Karte der Saaletalsperren. 38.
Karte der Hochspannungsleitungen Hollands. 322.
Karte der Bildtelegraphen-Verbindungen Europas. 343.
Karte der Kraftwerke und Hauptleitungen in der Schweiz. 509.
Karte der Kraftwerke und Hochspannungsleitungen Mähren - Schlesiens. 588.
Karte der Pariser Vorortbahnen. 622.
Karte der Eisenbahnnetze in Süd- und Westfrankreich. 622.
Karte der französischen Wasserstraßen mit Treidelei. 682.
Karte des Bildtelegraphennetzes. 720.
Karte des Netzes des Fernschreibteilnehmer-Wählbetriebes. 720.

Kautschuk s. Stoffkunde.
Keramiken s. Isolatoren, Stoffkunde, Theoret. Elektrot.
Kessel s. Dampfkessel.
Kettenisolatoren s. Isolatoren.
Kinoprojektion s. Photographie.
Klang s. Meßkunde, Techn. Akustik.
Klemmen s. Installationswesen, Leitungen.
Kochgeräte s. Wärmetechnik.
Kohle s. Dampfkessel, Energiewirtschaft, Elektrizitätswerke, Stoffkunde.
Kohlenstaubmotor s. Brennkraftmasch.
Kommissionen des VDE s. Abt. A IV.
Kompensator s. Meßkunde.
Kondensator s. Dampfturbinen.

Kondensatoren (s. a. Meßkunde).
Große Phasenschieber-Kondensatorenanlage in Thüringen. 68.
Starkstrom-Kondensatoren für Hochfrequenz-Schmelzöfen. 178.
Der moderne Kopplungskondensator für die drahtgerichtete Hochfrequenztelephonie. 183.
Über den physikalischen Aufbau von Kondensatoren. G. Nauk. *371.
Einheitsgeräte für Rundfunk-Entstörung. 384.
Eine Phasenschieber-Kondensatorenanlage für 5000 BkW bei der Kraftwerk Sachsen-Thüringen Aktiengesellschaft. H. Schulze. *501.
Beziehungen zwischen der Temperaturabhängigkeit der Verluste und der Durchschlagfestigkeit bei Papierkondensatoren. G. Nauk. *539.
Kleinkondensatoren. 560.
Schweißung von Drähten mittels Kondensatorenentladung. O. Zdralek u. J. Wrana. *579.
Das Dielektrikum von Elektrolytkondensatoren. Nach O. Jauch, R. Bauder u. M. Bentele. 619.

Kongresse s. Tagungen u. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Konjunktur s. Ausstellungen u. Abt. AV, Geschäftliche Mitteilungen.
Kontakte s. Schaltgeräte.
Korona s. Leitungen.
Korrosion s. Stoffkunde.
Kosmische Strahlung s. Physik.
Kraftmaschinen s. Brennkraftmaschinen, Dampfturbinen, Elektr. Maschinen, Maschinenantrieb, Wasserturbinen.
Kraftübertragung s. Elektrizitätswerke Leitungen, Schaltanlagen.
Kraftwagen s. Automobile.
Kraftwerke s. Bahnbau, Elektrizitätswerke.
Kraftwirtschaft s. Energiewirtschaft.
Krane s. Maschinenantrieb.
Kristalle s. Theor. Elektrot.
Küche s. Wärmetechnik.
Kühlung s. Elektr. Maschinen, Wärmetechnik.
Kultivierung s. Landwirtschaft.
Kupfer s. Leitungen, Stoffkunde.

Kupplungen (s. a. Anlasser).
Betrieb einer Phasenschieberanlage mit ausrückbaren Kupplungen. A. Brendlin. *399.
Kupplungen und Getriebe auf der Leipziger Messe. 562.
Fliehkraftriemenscheibe und Kupplung. 265.

Kurse s. Unterricht.
Kurvenform s. Meßkunde, Theor. Elektrot.
Kurzschluß s. Überstrom.
Kurzwellen s. Funkwesen.

Ladung s. Akkumulatoren.

Lager.
Novotextlager. F. Armbruster. *289.
Lager aus Kunstharz-Preßstoff an Stelle von Metall- und Pockholzlagern. Nach Kiel. 655.

Lampen s. Lichttechnik.

Landwirtschaft.
Landwirtschafts- und Industrie-Ausstellung Kairo 1935/1936. 43.
Elektrische Heizung in Gärtnereien. 85.
Stromversorgung der Landwirtschaft in den V.S.Amerika. *105.
Die Mehl- und Getreidesterilisation durch elektr. Sprühentladungen. 133.
Kultivierung in Mazedonien. 152.
Grüne Woche, Berlin 1935. 213.
Der Elektromotor in der deutschen Landwirtschaft. 354.
Der elektromotorische Antrieb in der Landwirtschaft. Nach G. Philippi. 437.
Der neue Reichsmolkereitarif. 464.
Das künstliche Trocknen von Grünfutter. Nach Edholm. 651.
Leuchtschaltbild für einen Getreidespeicher. 714.

Länge s. Meßkunde.
Lärm s. Meßkunde, Techn. Akustik.
Lautsprecher s. Fernsprechwesen.
Lautstärke s. Meßkunde, Techn. Akustik.
Lehranstalten s. Unterricht u. Abt. A II, Persönliches.
Lehrmittel s. Unterricht.
Leistungsfaktor s. Elektrizitätswerke, Kondensatoren, Meßkunde, Theor. Elektrot.
Leistungswaage s. Meßkunde.
Leitfähigkeit s. Theor. Elektrot.

Leitungen.
Fahrleitungen s. Bahnbau.

Leitungen.

— Allgemeines.
Die Grundlagen für den Entwurf elektr. Versorgungsnetze. Nach J. A. Johnson u. R. T. Henry. 129.
Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom. A. Matthias. *601.
Umfang des deutschen Hochspannungsnetzes. 700.
Entwicklung des Leitungsbaues in letzter Zeit. *709.

-- Leiterwerkstoff.
Aluminium im Freileitungsbau. 15.
Seilkorrosion und Seilherstellung. Nach Pütz. 15.
Anordnung 22 vom 17. XII. 1934, betr. Verwendung von Kupfer und dessen Legierungen. 66.
Aluminium-Hohlseil für Ölkabel. 84.
Leitungen auf der Leipziger Messe. 554.
Kurzschlußwärmung von Kabeln. L. Kumlik. *729.

--- Elektr. Leitungs- u. Netzberechnung.
Die Berechnung dreipoliger Dauerkurzschlüsse in verbundgespeisten Netzen bei Berücksichtigung der Vorbelastungen. H. Grünewald. *33.
Unsymmetrie von Vielphasennetzen. Nach G. Rasch. 429.
Die Regelung der Stromverteilung in Ringnetzen mittels des Quertransformators. Nach W. Oburger. 429.
Neuerungen auf dem Gebiete der städt. Elektrizitätsverteilung. Nach v. Mangoldt. 524.
Berechnung von Hochspannungsnetzen. Nach Ch. Lavanchy. 568.
Die Berechnung des Kurzschlußstromes in Hochspannungsnetzen. G. Hameister. *669.

- - Korona.
Koronaverluste an Seilen bei Wechselspannung. K. Potthoff u. B. Mathiesen. *3.
Gasentladung bei Nieder- und Hochfrequenz — Koronaanfangspannung. Nach F. Miseré. 42.
Koronaversuche an Leitungen von 35,5 mm Dmr. Nach J. S. Carroll, B. Cozzens u. Th. M. Blakeslee. 323.
Zur Frage der Umgestaltung von Wanderwellen durch Korona. W. Förster. *530.
Koronaverlust und Ableitung bei Gleichstrom-Hochspannung. 605.
Korona- und Isolatorenverluste bei hoher Gleichspannung in Abhängigkeit von der Witterung. E. Kühn. *609.

— Freileitungen (s. a. Isolatoren).
Fahrleitungen s. Bahnbau.
Seilschwingungen bei Al-Seilen. Nach Gröbl, J. Augustin u. Maurer. 15.
Seilkorrosion und Seilherstellung. Nach Pütz. 15.
Klemmen und Verbinder bei Al-Seilen. 16.
Neue Fernleitung in Ägypten. 90.
Freileitungskosten in den V.S.Amerika. 105.
Ermittlung der Festigkeit elektr. Freileitungen auf Grund des Reißdiagrammes. B. Prause. *201. Brf. 599.
--- O. Szilas. Brf. 599.
Klemmen und Verbindungsteile für Aluminiumleitungen. 239.

Digitized by Google

Leitungen.

Stromabnehmerklemme und Erdungsgarnitur. 239.

Erdungstange. 239.

Resonanz zwischen Mast- und Leitungsseilschwingungen und die Dämpfung dieser Schwingungen mit Resonanzdämpfern. Nach O. H. Look. 429.

Nachweis der Ursache von Gewitterstörungen auf den 100 kV-Leitungen der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen A.-G., und Mittel zu ihrer Verminderung. W. Zwanziger. *474.

Leitungen auf der Leipziger Messe. 554.

100 kV-Leitung Niederhausen-Rheinau. 466.

Eine 500 kV-Versuchs-Freileitung in der UdSSR. 568.

Leitungsbauten in Oberägypten. S. Hammel. *587.

Die St.-Gotthard-Leitung. Nach E. Blank. 617.

Freileitungen (VDE-Bericht). 709.

— **Maste.**

Statistik der Reichspost über die Lebensdauer von Leitungsmasten. Nach Winnig. 108.

Hochspannungsmasten mit schwenkbaren Auslegern. Nach E. Iltgen. 348.

Zusammensetzbare Leitungsmaste aus Stahl. Nach Pisterhammer. 513.

Eine 500 kV-Versuchs-Freileitung in der UdSSR. 568.

Leitungsbauten in Oberägypten. S. Hammel. *587.

Kabel, Allgemeines.

Beschränkung der Herstellung von Starkstromkabeln und isolierten Leitungen. 68.

Band zum Messen von Kabeldurchmessern. 134.

Geeichtes Draht- und Kabelmeßwerk. 243.

Schnellflechtmaschinen. 243.

Längenmeßgeräte für Drähte, Litzen und Kabel. 309.

-- **Starkstromkabel.**

Aluminium-Hohlseil für Ölkabel. 84.

Die Bestimmung des Fehlerortes bei Erdschlüssen. Nach W. F. Dunkle u. J. S. de Shazo. 86.

Elektrolytische Zersetzung von Gleichstrom-Bahnspeisekabeln. Nach W. Wegener. 112.

Hochspannungskabel-Anlagen im Ausland. 155.

Verlegung eines 60 kV-Kabels in Norwegen. 193.

Zwergendverschluß für Gürtelkabel. 240.

T-SO-Kabel. 241.

Aluminiumverbindungen nach dem Stoßverbinder-Verfahren. 241.

Kittlose Endverschlüsse. 241.

Kabeltemperaturmessungen. 255.

Die Bedeutung des Öldrucks im Kabel für die Isolationsfestigkeit. Nach J. A. Scott. 441. 741.

Leitungen auf der Leipziger Messe. 554.

Hochspannungs-Gleichstromkabel. 606.

Leitungen.

Getränkte Papierisolation, besonders Kabelisolation, bei hoher Gleichspannung. Nach E. Kirch. 617.

Gerät zum gefahrlosen Durchschneiden von Hochspannungskabeln. 647.

Kabel (VDE-Bericht). 709.

Kurzschlußerwärmung von Kabeln. L. Kumlik. *729.

— **Fernmeldeleitungen.**

Neue magnetische Werkstoffe für die Fernmeldetechnik. Nach M. Kersten. 63.

Eingrenzung von Bleimantelfehlern in Fernsprechkabeln durch Luftdruck. 87.

Statistik der Reichspost über die Lebensdauer von Leitungsmasten. Nach Winnig. 108.

Kabel für zentrale Rundfunkanlagen. 172.

Fernsprech-Seekabel. 177.

Das nördlichste Krarupkabel von Europa. 179.

Aerofil-Hochfrequenzkabel. 253.

Schwingungsmessungen an Kabeln auf Eisenbrücken. Nach R. Bletschacher. 406.

Technik und Wirtschaftlichkeit des Ausgleichs in Fernsprechkabeln. Nach K. Dohmen u. G. Pleuger. 438.

Selbsttragendes Luftkabel. 554.

Neues Leitungssystem für Übertragung sehr breiter Frequenzbänder und für Mehrfach-Fernsprechen. Nach K. Höpfner. 653.

Die Fernsprechbetriebsmaße. Nach H. Schulz. 680.

Fernkabel- und Verstärkertechnik (VDE-Bericht). 719.

Neue Fernkabellinien. 726.

-- **Isolierte Leitungen.**

Anordnung Nr. 21 der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest. 116.

Geeichtes Draht- und Kabelmeßwerk. 243.

Über die Zerstörung der Isolation von Leitungen und Kabeln durch Glimmerscheinungen. 405.

Isolierte Leitungen für Maschinen- und Gerätwicklungen. 554.

Leitungsverlegung s. Installationsw.

Leuchten s. Lichttechnik.

Lichtbogen s. Gleichrichter, Schaltgeräte, Theor. Elektrot., Wärmetechnik.

Lichtbogenventil s. Gleichrichter.

Lichttechnik.

— **Allgemeines.**

Die Lichttechnik im Jahre 1934. M. Wolff. 534.

9. Vollversammlung der Internationalen Beleuchtungskommission. 656.

Entwicklung der Lichttechnik in letzter Zeit. *717.

-- **Sehvermögen und Lichtwirkung.**

Ist das Lumineszenzlicht geeignet, die Glühlampenbeleuchtung zu ersetzen? Nach G. Bette. 86.

Lichttechnik.

Neuere Untersuchungen über die Lichtdurchlässigkeit des Nebels. M. Wolff. *319.

Bewertung des Lichtes. 535.

Die Aktinität der photographischen Kunstlichtquellen. Nach O. Reeb. 619.

Elektr. Insektenfallen. Nach M. M. d'Unienville. 683.

— **Lichtmessung.**

Beleuchtungsmesser mit Selen-Sperrschichtzelle und Drehspulmeßgerät. 257.

Taschen-Luxmeter. 257.

Entwicklung der Lichtmessung im Jahre 1934. 535.

Belichtungsmesser für Photographen. 565.

Regelung von Photometerlampen auf konstanten Strom. Nach R. Sewig. 648.

Bewertung und Messung des Lichtes (VDE-Bericht). 717.

— **Photozellen.**

Ist der Sperrschichtphotoeffekt ein Hallwachseffekt? Nach E. Perucca u. R. Deaglio. 19.

Lichtelektr. Steuerungen. 307.

Dämmerungsanzeiger. 308.

Neues Lichtrelais. 308.

Photoelektr. Zelle zum Öffnen und Schließen von Wettertüren. Nach Wöhlbier. 353.

Steuerungen auf der Leipziger Messe. 554.

Temperaturabhängigkeit der Selen-Sperrschichtphotozelle. Nach A. Mittmann. 619.

Ein neuer lichtelektr. Temperaturregler. Nach B. Lange u. E. Voos. 620.

Der Dunkelstrom der Alkalizellen. Nach R. Schulze. 623.

Übersicht über die Theorien und Anwendungen der photoelektr. Effekte. Nach G. Windred. 744.

Über die Schaltungen von Photozelle und gittergesteuerter Entladungsröhre. W. Kluge u. H. Briebrecher. *731.

— **Ultraviolett-Strahlung.**

Künstliche Höhensonne. 305.

Quarzlampe in Form eines Handstrahlers. 305.

Billiger Ultravioletttstrahler. 565.

Ein neuer Ultravioletttstrahler. Nach W. Ende. 648.

Elektr. Insektenfallen. Nach M. M. d'Unienville. 683.

-- **Bogenlampen.**

Die Entwicklung der Bogenlampen im Jahre 1934. 535.

-- **Glühlampen** (s. a. Installationswesen).

Entwicklung der Glühlampen im Jahre 1934. 534.

Doppelwendel- und Biplanlampen zur Kinoprojektion. 534.

Lampen mit mehreren Leuchtkörpern. 535.

Die Glühlampe als photographische Aufnahmelichtquelle. F. Zimmermann. *640.

Lichtquellen (VDE-Bericht). 717.

Digitized by Google

Lichttechnik.

— Gasentladungslampen.

Ist das Lumineszenzlicht geeignet, die Glühlampenbeleuchtung zu ersetzen? Nach G. Bette. 86.

Quecksilber-Hochdrucklampen. 305.

Analysen-Quarzlampen. 306.

Eine neue Quecksilberdampf-Höchstdrucklampe. 432.

Kleine Quecksilberdampflampen in Gleichrichterschaltung. Nach L. J. Buttolph. 487.

Die Entwicklung der Metalldampflampen im Jahre 1934. 535.

Schleifenoszillograph mit Neonlichtquelle. Nach W. A. Mc Morris, M. A. Rusher u. J. H. Hagenguth. 591.

Die Farbe von Edelgas-Quecksilberlampen. Nach W. Gerlach u. K. Siebertz. 592.

Lichtquellen (VDE-Bericht). 717.

— Photolumineszenz-Lampen.

Lichterzeugung durch Leuchtphosphore. Nach K. Larché. 649.

— Leuchten für Glühlampen.

Neue Spiegel-Zweirichtungsleuchten. 16

Warnlichtanlage an schienengleichen Kreuzungen. 45.

Hausnummernbeleuchtung. 210.

Leuchten aus Hartporzellan. 250.

Neue Leuchten. 250.

Nach unten strahlende tragbare Mannschaftslampe. Nach Keller. 353.

Luftschutzleuchten für Industriebetriebe. 432.

Künstlerische und lichttechnisch richtige Gestaltung des neuzeitlichen Beleuchtungskörpers. Nach W. Glathe. Vortr. 487.

Kontroll- und Signalvorrichtungen für Kraftwagen. 507.

Entwicklung der Geleuchte im Jahre 1934. 537.

Leuchten auf der Leipziger Messe. 557.

Schlagwettersichere Leuchte. 594.

Leuchte für staubige Betriebe. 626.

— Leuchten für Gasentladungslampen.

Leuchten für Quecksilber-Hochdruckröhren in waagerechter Brennlage. Nach R. Maxted u. L. J. Davies. 40.

Eine neue Leuchte für Natriumdampflampen. 107.

Künstliche Höhensonne. 305.

Quarzlampe in Form eines Handstrahlers. 305.

Verkehrsampel mit Leuchtröhren. 318.

— Entwurf von Beleuchtungen.

Lichttechnische Werbung und Schulung. Die Tätigkeit der AFE. Nach W. Leroi. 16.

Selbsttätige Lichtwarte. 308.

Die neuzeitliche Anwendung des künstlichen Lichtes. Nach E. Summerer. Vortr. 487.

Bewertung und Messung des Lichtes (VDE-Bericht). 717.

— Straßenbeleuchtung.

Neue Spiegel-Zweirichtungsleuchten. 16.

Installation und Beleuchtung einer großen Brücke. Nach F. A. Westbrook. 131.

Lichttechnik.

Verkehrsampel mit Leuchtröhren. 318.

Straßenbeleuchtung. Nach J. M. Waldram. 350.

Lampen mit mehreren Leuchtkörpern für Straßenbeleuchtung. 535.

Natriumdampflampen in der Straßenbeleuchtung 1934. 535.

Entwicklung der Verkehrsbeleuchtung im Jahre 1934. 536.

Straßenbeleuchtung (VDE-Bericht). 717.

Straßenbeleuchtung in Berlin mit Hg-Hochdrucklampen. 745.

— Verschiedene Außenbeleuchtung.

Beleuchtung von Flugplätzen. 190.

Flugplatzbeleuchtung im Jahre 1934. 535.

Vollselbsttätiges elektr. Leuchtfeuer zur Flugstreckenbefeuerung. Nach L. Besnard. 620.

Blinklichtanlagen als Ersatz für Schranken. 682.

Luftverkehrsbeleuchtung (VDE-Bericht). 718.

Ein neuer ungewarteter Leuchtturm. 743.

— Innenbeleuchtung.

Bühnenbeleuchtung. Nach Paetow. Vortr. 389.

Arbeitsplatzbeleuchtung. 536.

Grubenbeleuchtung im Jahre 1934. 536.

— Fahrzeugbeleuchtung.

Dynamos für Fahrradbeleuchtung. 250.

Beleuchtung von Eisenbahnwagen. 408.

Einheits-Führerhauslampe. 408.

Scheinwerfer und Blinkgeräte für Automobile. 506.

Automobilbeleuchtung im Jahre 1934. 534.

Die Beleuchtungsverhältnisse in den öffentl. Verkehrsmitteln. Nach H. Mattern. 623.

Elektrizität an Bord. B. Bleicken. *693.

— Reklame-Beleuchtung.

Ein Reklame-Drehfeuer mit 10 Mill HK für Oslo. 413.

Neuartige Lichtreklame mit Fluoreszenzfarben. 463.

Reklamebeleuchtung im Jahre 1934. 536.

Reklamebeleuchtung (VDE-Bericht). 717.

Lichtzeiger s. Meßkunde.

Literatur s. Abt. A III.

Lizenzen s. Rechtspflege.

Lokomotive s. Bahnbau.

Löten s. Wärmetechnik.

Luft s. Theor. Elektrot.

Luftfahrt s. Flugwesen.

Luftschutz s. Fernsprechwesen, Lichttechnik.

Lüftung s. Bahnbau, Elektr. Masch.

Lumineszenz s. Lichttechnik.

Luxmeter s. Lichttechnik.

Magnetismus (s. a. Meßkunde).

— Theorie.

Über Wirbelströme und magnetische Nachwirkung in Eisenblechen. Nach W. Lockemann. 19.

Magnetismus.

Neue magnetische Effekte bei Eintritt der Supraleitfähigkeit. Nach W. Meißner. 41.

Die Flußverdrängung in Eisenblechen in Wechselwirkung mit einem Luftspalt. Nach H. Kaden. 60.

Neue magnetische Werkstoffe für die Fernmeldetechnik. Nach M. Kersten. 63.

Neue Dauermagnetstähle. W. Steinhaus u. A. Kußmann. B. 96.

Preisaufgabe: Ferromagnetismus. 216. 331.

Änderung der Permeabilität bei Wärmebehandlung im magnetischen Feld. Nach G. A. Kelsall. 489.

Empirische Formeln für den mathematischen Ausdruck einer Magnetisierungskurve. Nach M. J. Bethenod. 570.

Die axialen Druckkräfte in einlagigen, eisenlosen Zylinderspulen. Nach H. Buchholz. 571.

Nichtmagnetisches Gußeisen. Nach G. Watanabe. 571.

Änderung der Permeabilität nach der Entmagnetisierung. Nach R. L. Sanford. 623.

Zur Theorie des Ferromagnetismus. Nach W. Heisenberg. Vortr. 624.

Entwicklung der ferromagnetischen Werkstoffe. 723.

— Anwendungen.

Elektrischer Sandstreuer für Schienenfahrzeuge. 40.

Magnetgesteuertes Kühlwasserventil. 263.

Ölbremslüftmagnete. 264.

Großer Elektromagnet für Versuchszwecke. 466.

Elektromagnetkupplungen. 562.

Maschinen s. Bahnbau, Brennkraftmaschinen, Dampfturbinen, Elektr. Maschinen, Maschinenantrieb, Transformatoren, Wasserturbinen.

Maschinenantrieb (s. a. Automobile, Bahnbau, Schiffahrt).

— Allgemeines.

Die Minderung der Treibstoffeinfuhr durch Umstellung der Kraftmaschinenantriebe. W. Rödiger. *1.

Die Stabilität selbsterregter Generatoren bei Belastung auf konstanten Widerstand. F. Stier. *7.

Über den Gleichlauf von Induktionsmotoren. Nach W. Schuisky. 60.

Motorische Antriebe auf der Leipziger Messe 1935. 97.

Röhrenfeinregler für Maschinen. Nach R. G. Berthold u. A. v. Engel. 109.

Elektrische Antriebe mannigfacher Arten im Ausland. 174.

Getriebemotoren. 249.

Der Elektromotor in der deutschen Landwirtschaft. 354.

Das Elektrisierungsprogramm des zweiten Fünfjahrplanes der UdSSR (1933 bis 1937). K. A. Pohl. *421. *454.

Kippgrenze der Gleichlaufanordnung mit Hilfe von Asynchronmaschinen. Nach E. Scharstein. 430.

Verfahren zur Ermittlung der Anschlußmöglichkeit von Drehstrom-Kurzschlußankermotoren. J. Apfel. *531.

Die neuere Entwicklung des elektromotorischen Antriebes in der Industrie. Nach Lesch. 550.

Digitized by Google

Maschinenantrieb.

Elektrische Antriebe auf der Leipziger Frühjahrsmesse im HdE. 553.
Gleichlaufanordnungen für elektromotorische Antriebe. Nach C. W. Drake. 623.
Mechanische Regulierbetriebe. Nach Niemann. 658.
Stromrichter für Maschinenantriebe. 708.
Entwicklung der Elektrizität in der Industrie in letzter Zeit. *713.

— **Hebezeuge.**

Fahrtreppen auf Stadtbahnhöfen. Nach Schmelzer. 56.
Drehstrom-Kleinhebezeug mit Feingang im Hubwerk. 154.
Deutsche Krane in allen bedeutenden Häfen der Welt. 173.
Aufzugsanlagen mit Einphasendreinutmotoren (Kondensatormotoren). 174.
Selbsttätige Förderanlage für Aktentransport. 192.
Kran und Elektrohängebahn für eine französische Papierfabrik. 194.
Die Darstellung elektr. Schaltungen. K. Hoerner. *317.
Förderanlage für die Fushun-Mine Manchoukuo. 463.
Elektr. Personen- und Lastenförderanlage für zwei Wasserkraftwerke in den Pyrenäen. 484.
Elektrotechnik im Hafen. O. Wundram. *689.

— **Bergbau.**

Elektr. Wagenzubringevorrichtung für Füllörter. 128.
Photoelektr. Zelle zum Öffnen und Schließen von Wettertüren. Nach Wöhlbier. 353.
Elektr. Verriegelung zur Sicherung der magnetischen Aufbereitung. 409.
Schrapperdoppelmotor mit Riemenscheibenkupplung. 409.

— **Hütte und Walzwerk.**

Zwillingsmotoren-Antriebe für Walzwerke. Nach L. M. Gumm. 63.
Elektrische Ausrüstung einer Blockwalzenstraße in Italien. 153.
Steuerung elektr. angetriebener Scheren. 307.
Der elektr. Antrieb im kontinuierlichen Rohrwalzwerk. 325.
Ein elektr. betriebenes Feineisen- und Drahtwalzwerk in Indien. 519.
Elektr. Antrieb einer großen Blechstraße. 519.
Beschickung von Hochöfen. 714.

— **Werkzeugmaschinen und Werkzeuge.**

Der Sinn und die Vorteile der Automatisierung elektr. Schweißmaschinen. W. Kürschner. *229.
„Fäustling". 242.
Poliermaschinen. 242.
Werkzeug-Schleifmaschinen. 242.
Schnellflechtmaschinen. 243.
Elektrowerkzeuge mit Preßstoffgehäuse. 303.
Die Darstellung elektr. Schaltungen. K. Hoerner. *317.
Werkzeugmaschinenantrieb auf der Leipziger Messe. 561.
Elektrowerkzeuge auf der Leipziger Messe. 562.

Maschinenantrieb.

— **Förderung von Schüttgütern.**

Elektr. Wagenzubringevorrichtung für Füllörter. 128.
Kanal-Bagger. 152.
Kran und Elektrohängebahn für eine französische Papierfabrik. 194.
Elektr. Personen- und Lastenförderanlage für zwei Wasserkraftwerke in den Pyrenäen. 484.

— **Textilantriebe.**

Der gittergesteuerte Gleichrichter als Vorsatzgerät zu einem Mehrmotorenantrieb in der Textilindustrie. 438.
Spinnantriebe auf der Leipziger Messe. 553.

— **Papiermaschinen.**

Die größte Papierfabrik Chiles und ihre Kraftanlagen. 181.
Kran und Elektrohängebahn für eine französische Papierfabrik. 194.
Elektr. angetriebene Papiermaschinen. 428.

— **Antriebe i. Haushalt u. Kleingewerbe.**

„Fäustling". 242.
Siemens-Protos-Wäscheschleuder. 248.
Haushaltgeräte mit Schwingmotorantrieb. 565.

— **Büromaschinen.**

Elektrische Rechenmaschine. Nach Mallock. 134.
Selbsttätige Förderanlage für Aktentransport. 192.
Aktenwolf „Roland". 248.

— **Antriebe in Schiffahrtsanlagen** (s. a. Schiffahrt).

Klappbrücken Le Hâvre. 156.
Die Elektrisierung der Riesenschleuse in St. Nazaire. 191.
Elektrotechnik im Hafen. O. Wundram. *689.
Elektr. Ausrüstung der Schleusen am Untermain. Nach Holling. 743.
Schiffshebewerk Rothensee. 740.

— **Verschiedene Antriebe.**

Der Elektromotor im Ziegeleibetriebe. Nach W. Leder. 127.
Antriebe großer Zeitungsdruckmaschinen. 195.
Staubsauger-Aggregat für Hochspannungsanlagen. 239.
Elektr. Spielzeug. 266.
Gebläse zum Reinigen von Bohrlöchern. 383.
Neuer Schutz für schienengleiche Kreuzung in den V. S. Amerika. 404.
Der elektromotorische Antrieb in der Landwirtschaft. Nach G. Philippi. 437.
Neue Pumpenwerke für Ägypten. 548.
Antrieb von Zuckerzentrifugen. 554.

Maschinenbau, allgemeiner s. Getriebe, Kupplungen, Lager, Riemenscheiben, Ventile.

Maste s. Leitungen.

Materialkunde s. Stoffkunde.

Mathematik.

Elektrische Rechenmaschine. Nach Mallock. 134.
Veranschaulichung von e^{jy}. Nach A. Walther. 410.

Mathematik.

Zur Theorie der Ortskurven. Nach A. Herrmann. 465.
Empirische Formeln für den mathematischen Ausdruck einer Magnetisierungskurve. Nach M. J. Bethenod. 570.

Medizin (s. a. Röntgentechnik).

Die Mehl- und Getreidesterilisation durch elektr. Sprühentladungen. 133.
Erhöhung der Sicherheit durch Verwendung von Kunstharz-Preßstoffen als Isolierstoffe. H. Passavant. *269.
Versuche über den elektr. Tod. Nach A. G. Conrad u. H. W. Haggard. Von Alvensleben. 326.
Tragbares Herzmeßgerät. 406.
Über das Verhalten biologischer Körper im Hochfrequenzfeld. Nach H. Dänzer. 445.
Der elektr. Tod. E. Körmöczi. Brf. 470.
— St. Jellinek. Brf. 471.
— S. Koeppen. Brf. 471.
Elektr. Funktionsvorgänge in der Haut bei der Erkältung. Nach F. Munk. 745.

Meereskraft s. Elektrizitätswerke.

Messen s. Ausstellungen.

Meßkunde (s. a. Fernmessung, Lichttechnik, Prüfeinrichtungen).

— **Allgemeines.**

Das Hochspannungs- und Hochleistungsprüffeld der ASEA. Nach R. Kempe. 115 .B. 416.
Die elektrische Ausrüstung des Physikalisch-chemischen Instituts in Madrid. 175.
Ein Hochspannungs-Prüffeld in Dänemark. H. Heyne u. W. Reiche. *297.
Gleichstrom-Hochspannungs-Prüfgeräte. 309.
Die Auslegung der Wicklung von empfindlichen Meßgeräten. H. Dallmann. *400.
Ein Tropenraum für Werkstoffprüfungen. 592.
Absolute Bestimmung des Ampere. Nach H. L. u. R. W. Curtis. 624.
Untersuchung von Hochspannungs-Stoßanlagen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen zur Erzeugung normgerechter Spannungstöße. N. Lieber. 654.
Entwicklung der Meßtechnik in letzter Zeit. *716.
Prüfung von Meßgeräten und Wandlern. 716.
Fernsprech - Meßtechnik (VDE-Bericht). 719.
Neue Stoßprüfanlage in Nürnberg. 745.

— **Normale.**

Das Wechselspannungs-Normal, ein neuartiger Wechselstromkompensator. Nach H. Schröer. 111.
Internationale Arbeiten über elektr. Einheiten. Nach M. Romanowski. 356.
Normal-Meßkondensatoren. 566. B. 664.

— **Strom-, Spannungs-, Leistungsmessg.**

— — **Drehspulmeßgeräte.**

ERI-Meter. 253.
Präzisionsinstrument mit Kreisskala. 254.
Die Auslegung der Wicklung von empfindlichen Meßgeräten. H. Dallmann. *400.

Digitized by Google

Meßkunde.

Nullpunktverlegung bei Doppelspulinstrumenten. Nach W. Geyger. 485.

Meßgerät „Multizet". 558.

Hochempfindliche Drehspulsysteme. 716.

— — **Galvanometer.**

Die Auslegung der Wicklung von empfindlichen Meßgeräten. H. Dallmann. *400.

Super-Galvanometer. 559.

Messung kleiner Ausschläge bei der Lichtzeigerablesung. Nach M. Czerny. 619.

Galvanometer-Neukonstruktion. 716.

— — **Oszillographen.**

Die gegenseitige Beeinflussung von Elektronenstrahlbündeln. Nach G. Wendt. 64.

Außenaufnahme beim Kathodenstrahl-Oszillographen. Nach B. v. Borries. 129.

Oszilloskop. 485.

Polar-Glimmoszilloskop. 566.

Feststellungen über Mehrfach-Blitzentladungen an amerikanischen Hochspannungsleitungen. 590.

Schleifenoszillograph mit Neonlichtquelle. Nach W. A. McMorris, M. A. Rusher u. J. H. Hagenguth. 591.

Ein Beitrag zur Aufnahmetechnik des Kathodenstrahl-Oszillographen bei der Untersuchung von Höchstspannungs-Stoßanlagen. N. Lieber. *633.

Neue Oszillographen. 716.

Elektronenstrahloszillograph für Netzanschluß. 716.

Verzerrungen am Kathodenstrahlfleck bei größeren Ablenkungen. Nach A. Wallraff. 744.

— — **Messung hoher Spannung.**

Verfahren zur absoluten Messung hoher Spannungen. Nach W. M. Thornton u. W. G. Thompson. 59.

Zur Messung der Spannungsverteilung an Isolatoroberflächen. H. Schering u. W. Raske. *75.

Eichung der Kugelfunkenstrecke. Nach J. R. Meador, P. L. Bellaschi u. P. H. McAuley. 423.

Untersuchung von Hochspannungs-Stoßanlagen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen zur Erzeugung normgerechter Spannungsstöße. Nach N. Lieber. 654.

Hochspannungsmessungen mit Elektronenstrahlen. H. Toeller. *678.

— — **Verschiedene Messungen.**

Stromstärkenmessung an Überspannungsableitern. Nach H. W. Collins. 110.

Meßstöpselkopf „Ökonom". 246.

Thermo-ERI-Meter. 253.

Präzisionsinstrument mit Kreisskala. 254.

Ein neues halbabsolutes Meßverfahren für Hochfrequenz-Starkströme. R. Albrandt. *340.

Arbeits- und Leistungsmessung in englischen Großkraftwerken. Nach S. James u. Henderson. 347.

Vektormesser. 380.

Einfaches Verfahren zur Beobachtung hochfrequenter Spannungskurven. Nach U. Bab. 381.

Elektrostatisches Induktionselektrometer für hohe Gleichspannungen und kleine Spannungsänderungen. Nach A. Hinzpeter. 406.

Meßkunde.

Das Promille-Wattmeter, ein neues Torsions-Elektrodynamometer. 431.

Direkt anzeigender Scheinleistungsmesser, Widerstands- und cos φ-Zeiger F. Spaeth. 461.

Neuere Ergebnisse der Blitzstromstärkenmessungen an Hochspannungsleitungen. H. Zaduk. *475.

Elektrostatisches Lichtzeiger-Voltmeter für kleine Spannungen. Nach A. Palm. 515.

Messung großer Gleichströme. 559.

Antrieb schreibender Meßgeräte. 565.

Dielektr. Verluste in Wechselstrom-Generatoren. Nach G. Keinath. 567.

Vorschläge zur Beobachtung der Gewitterstörungen. H. Müller. *577.

Elektrostatisches Voltmeter mit Zeigerablesung. Nach F. Maske. 648.

Das Einfadenelektrometer als Frequenzschwankungsanzeiger. Nach C. Hagen. 648.

Hochempfindliches Röhrenelektrometer. Nach E. Hasché. 648.

Messung der Blitzstromstärke (VDE-Bericht). 706.

Zeigermeßgeräte (VDE-Bericht). 716.

Leistungsmesser für cos $\varphi = 0{,}02$. 716.

Neukonstruktionen elektrostatischer Voltmeter. 716.

Messung von Verlusten im Dielektrikum. 716.

Schwingkontaktgleichrichter. 716.

Gerät zur Messung von Korrosionsströmen in Kabelmänteln und Rohrleitungen. Nach K. Rottsieper. 742.

— **Arbeitsmessung (Elektrizitätszähler)** (s. a. Installationswesen, Prüfämter).

— — **Allgemeines.**

Einheitliche Zählerinstallation. 131.

Blindleistungsbegrenzer. 254.

Zur Frage der Präzisionszähler für Wechsel- und Drehstrom. R. Reese. *291.

Die Wiedergabe der Lastkurve durch Mittelwert bildende Meßgeräte. Nach H. Dallmann. 515.

Tarifgerät der AEG. 558.

Münzzähler. 559.

Betriebsstundenzähler. 566.

Elektr. Stoppuhr. 566.

— — **Zählereichung.**

Über die Grenzen der Meßgenauigkeit bei Eichung und Kontrolle von Elektrizitätszählern. H. Vogler. *98.

Mechanischer Elektrizitätszähler-Prüfer. 254.

Zählereich- und Prüfstation. 254.

Das Promille-Wattmeter, ein neues Torsions-Elektrodynamometer. 431.

Zähler-Eichvorrichtungen. 559.

Billige Kompensationseinrichtung zur vergleichenden Spannungswandlerprüfung bei großer Empfindlichkeit. Nach A. Berghahn u. H. Janßen. 742.

— — **Widerstandsmessung.**

Mechanisiertes Abgleichverfahren für Wechselstrom-Meßbrücken bei Verwendung phasenabhängiger Nullindikatoren. Nach H. Poleck. 39.

Meßkunde.

Das Wechselspannungs-Normal, ein neuartiger Wechselstromkompensator. Nach H. Schröer. 111.

Zur Messung kleiner Widerstände mittels des Kompensationsapparates. H. Freytag. *128.

ERI-Meter. 253.

Empfindlichkeit und Bemessung der Wheatstoneschen Brückenschaltung. Nach J. Fischer. 380.

Elektr. Kernen. Nach C. u. M. Schlumberger. 383.

Direkt anzeigender Scheinleistungsmesser, Widerstands- und cos φ-Zeiger. F. Spaeth. 461.

Ein komplexer Wechselstromkompensator. Nach S. L. Burgwin. 591.

Regelung von Photometerlampen auf konstanten Strom. Nach R. Sewig. 648.

Elektr. Flugzeuggerät zur Feststellung und Ausmessung thermischer atmosphärischer Störungen. Nach Claus u. Kohlitz. 651.

Netzprüfgerät mit Glimmlampen. 714.

— **Kapazitätsmessung.**

Die dielektrische Verfolgung des Trocknungs- und Imprägnierungsprozesses bei Papier. E. Waldschmidt. *83.

Kapazitätsmesser. 308.

— **Phasenmessung.**

Vektormesser. 380.

Direkt anzeigender Scheinleistungsmesser, Widerstands- und cos φ-Zeiger. F. Spaeth. 461.

Ein einfaches Gerät zur Untersuchung von Meßwandlern. H. W. L. Bruckman u. W. J. Reichert. *479.

— **Frequenzmessung.**

Zeigerfrequenzmesser. H. Boekels. *205.

Das Einfadenelektrometer als Frequenzschwankungsanzeiger. Nach C. Hagen. 648.

— **Hochfrequenzmessungen.**

Eichung von Wellenmessern. 80.

Meßverfahren zur Festlegung der Feldstärke von Sendern und der Stärke der Störgeräusche im Strahlungsfelde. 81.

Ein neues Gerät zum Prüfen von Rundfunkempfängern. 87.

Thermo-ERI-Meter. 253.

Ein neues halbabsolutes Meßverfahren für Hochfrequenz-Starkströme. R. Albrandt. *340.

Einfaches Verfahren zur Beobachtung hochfrequenter Spannungskurven. Nach U. Bab. 381.

Tagung der Meß-Sachverständigen des Rundfunk-Störungsausschusses (CISPR) der Internationalen Elektrotechn. Kommission (IEC) vom 3. bis 11. XII. 1934 in Berlin. Harbich. 409.

Modulation in der Hochfrequenztechnik. Nach H. Brückmann. 653.

Verfeinerung der Frequenzmessungen. 721.

— **Magnetische Messungen.**

Magnet-Prüfvorrichtung. 255.

Digitized by Google

Meßkunde.

Messung magnetischer Feldstärken mit Wirbelströmen. Nach H. Buchner. 515.

Ferrometer. 716.

— **Zeitmessung (Uhren).**

Die „Onogo-Uhr". 439.

Schiffsuhren mit nautischer Zeitangabe. Nach F. Hope-Jones. 492.

Untersuchungen über Verfahren zur Synchronisierung von Pendeluhren und anderen mechanischen Schwingern. Nach M. Lavet. Von J. Baltzer. 508.

Selbsttätige Turmuhrregelung. 547.

— **Temperatur-, Wärme- und Strahlungsmessungen.**

Meßgeräte und Überwachungsanlagen im Ausland. 167.

Neue Messungen der kosmischen Ultrastrahlung in großen Höhen. Nach E. Regener, G. Pfotzer, R. Auer und H. Hoerlin. Von V. F. Hess. 212.

Kabeltemperaturmessungen. 255.

Siemens-Glühfadenpyrometer. 256.

Siemens-Rauchstärkemesser. 256.

Verbessertes Meßgerät für kosmische Strahlung. Nach A. H. Compton. 316.

Gasprüfer. 565.

Elektr. Flugzeuggerät zur Feststellung und Ausmessung thermischer atmosphärischer Störungen. Nach Claus u. Kohlitz. 651.

Neues Edelmetall-Thermoelement. 713.

— **Schallmessungen.**

Geräuschmessungen an elektrischen Maschinen. W. Willms. Vortr. *25. *53. Bespr. 69.

Nachhallmessungen mit einem selbsttätig anzeigenden Gerät. Nach M. J. O. Strutt. 325.

Ein akustisches Spektrometer. Nach C. N. Hickman. 440.

Kampf dem Lärm. E. Lübcke. *529.

Zum mechanisch-akustischen Verhalten elektr. Maschinen. Nach E. Lübcke. 545.

Die Anwendung des Geräuschmessers bei der Entwicklung und Herstellung elektr. Kühlschränke. Nach W. E. Johnson. 546.

Subjektive und objektive Geräuschmessung bei elektr. Maschinen. Nach B. G. Churcher. 546.

Zur Frage der Normung von Geräuschmessern. Nach R. G. Mc Curdy. 546.

Akustische Meßtechnik (VDE-Bericht). 723.

Vom Kampf gegen den Lärm. 745.

— **Längenmessung.**

Band zum Messen von Kabeldurchmessern. 134.

Geeichtes Draht- und Kabelmeßwerk. 243.

Längenmeßgeräte für Drähte, Litzen und Kabel. 309.

— **Verschiedene nichtelektr. Größen.**

Gerät zur Messung der Wärmedehnungszahl von Glas und Metall. Nach E. E. Burger. 59.

Die leistungslose Drehzahlmessung mit dem Stroboskop. 209.

Meßkunde.

Elektrodynamische Leistungswaage. 255.

Ein einfaches Auswertungsverfahren für die Aufnahme der Drehmomentlinien von Asynchronmotoren mit geeichten Gleichstrommaschinen. H. Rahmann. *295.

Neuartiges Anemometer. Nach F. C. Lindvall. 349.

Elektr. Meßwesen auf der Holztagung 1934. Nach E. Mörath. 381.

Elektr. Kernen. Nach C. u. M. Schlumberger. 383.

Ein kleiner elektr. Drehmomentmesser. Nach E. C. Wadlow. 431.

Motorindikator für Verbrennungsmaschinen. 507.

Windgeschwindigkeits- und Böenmesser. 559.

Elektr. Hilfsmittel in der geophysikalischen Bodenforschung. R. Ambronn. *581.

Meßwandler s. Meßkunde, Transformatoren.

Metalle s. Leitungen, Stoffkunde, Wärmetechnik, u. Abt. A V, Gesch. Mitt.

Modulation s. Funkwesen.

Moleküle s. Physik.

Molkerei s. Landwirtschaft.

Motoren s. Bahnbau, Brennkraftmaschinen, Dampfturbinen, Elektr. Maschinen, Maschinenantrieb, Wasserturbinen.

Nachrichtentechnik s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Röhren, Verstärkertechnik.

Nachwirkung s. Magnetismus.

Nebel s. Lichttechnik.

Nebenstellen s. Fernsprechwesen.

Netzberechnung s. Leitungen.

Nickel s. Elektrochemie.

Normale s. Meßkunde.

Normen.

VDE-Bestimmungen und Normblätter s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.

Normblatt Aluminiumbronze. 67.

Vorschriften von Lloyd's Register über den elektr. Schraubenantrieb. Nach A. Regnauld. 409.

Nutzbremsung s. Bahnbau.

Oberleitungs-Omnibus s. Bahnbau.

Oberwellen s. Funkwesen.

Öfen s. Wärmetechnik.

Öl s. Schaltgeräte, Stoffkunde, Theoret. Elektrot.

Ölmotoren s. Brennkraftmaschinen.

Omnibus s. Bahnbau.

Ortskurven s. Mathematik.

Oszillographen s. Meßkunde.

Papier s. Stoffkunde, Theor. Elektr.

Papiermaschinen s. Maschinenantrieb.

Patente s. Rechtspflege.

Peilung s. Funkwesen.

Permeabilität s. Magnetismus.

Personensuchanlage s. Signalwesen.

Persönliches s. Abt. A II.

Phasenverbesserung s. Elektrizitätswerke, Kondensatoren.

Phonotechnik s. Meßk., Techn. Akustik.

Photographie.

Ein Tonfilmsonderzug der Reichsbahn. 413.

Doppelwendel- und Biplanlampen zur Kinoprojektion. 534.

Belichtungsmesser für Photographen. 565.

Die Aktinität der photographischen Kunstlichtquellen. Nach O. Reeb. 619.

Die Glühlampe als photographische Aufnahmelichtquelle. F. Zimmermann. *640.

Photolumineszenz s. Lichttechnik.

Photometer s. Lichttechnik.

Photozellen s. Lichttechnik.

Physik (s. a. Lichttechnik, Technische Akustik, Theoretische Elektrotechnik).

Ultraschallwellen. Nach W. Rodewald. 134.

Neue Messungen der kosmischen Ultrastrahlung in großen Höhen. Nach E. Regener, G. Pfotzer, R. Auer u. H. Hoerlin. Von V. F. Hess. 212.

Verbessertes Meßgerät für kosmische Strahlung. Nach A. H. Compton. 316.

Untersuchungen über die Heavisideschicht. Nach G. W. Kenrick, H. E. Paul, K. Försterling u. H. Lassen. 355.

Der Schroteffekt in Isolatoren. Nach F. E. Haworth u. R. M. Bozorth. 490.

Hochfrequenzverluste und Molekülstruktur. Nach P. Debye. 490.

Zur Elektronentheorie der Supraleitung. Nach R. Schachenmeier. 521.

Technik der Erzeugung von Ionenstrahlen für die Atomzertrümmerung. Nach G. Alocco. 570.

Elektr. Hilfsmittel in der geophysikalischen Bodenforschung. R. Ambronn. *581.

Untersuchungen über die Ionosphäre. Nach S. S. Kirby, L. V. Berkner u. D. M. Stuart. 623.

Versuche zur Erreichung des absoluten Nullpunkts. 723.

Untersuchungen der Höhenstrahlung (VDE-Bericht). 723.

Theorie der Quantenmechanik der Moleküle. 723.

Piezoelektrizität s. Techn. Akustik.

Poliermaschinen s. Maschinenantrieb.

Porzellan s. Isolatoren, Stoffkunde, Theoret. Elektrot.

Preisausschreiben der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung. 216. 331.

Preßstoffe s. Stoffkunde, Werkstatt.

Prüfämter und Institute.

Die elektrische Ausrüstung des Physikalisch-chemischen Instituts in Madrid. 175.

Absolute Bestimmung des Ampere. Nach H. L. u. R. W. Curtis. 624.

Prüfungen und Beglaubigungen. 209. 324. 349. 461. 485. 514. 742.

Prüfeinrichtungen (s. a. Meßkunde).

Die dielektrische Verfolgung des Trocknungs- und Imprägnierungsprozesses bei Papier. E. Waldschmidt. *83.

Ein neues Gerät zum Prüfen von Rundfunkempfängern. 87.

Digitized by Google

Prüfeinrichtungen.

Über die Grenzen der Meßgenauigkeit bei Eichung und Kontrolle von Elektrizitätszählern. H. Vogler. *98.

Das Hochspannungs- und Hochleistungsprüffeld der ASEA. Nach R. Kempe. 115. B. 416.

Ein Laugenprüfer zur Bestimmung des Karbonatgehaltes von Elektrolyten alkalischer Akkumulatoren. H. Schmitz. *203.

Dauerprüfstand für Durchführungen. 240

Universal-Prüfgerät. 243.

Meßstöpselkopf „Ökonom". 246.

Impulsschreiber. 251.

Mechanischer Elektrizitätszähler-Prüfer. 254.

Zählereich- und Prüfstation. 254.

Kabeltemperaturmessungen. 255.

Magnet-Prüfvorrichtung. 255.

Röhrenprüfgerät. 255.

Bewertung und Prüfung von Preßstoffen in der Elektrotechnik. R. Vieweg. *284.

Ein einfaches Auswertungsverfahren für die Aufnahme der Drehmomentlinien von Asynchronmotoren mit geeichten Gleichstrommaschinen. H. Rahmann. *295.

Ein Hochspannungs-Prüffeld in Dänemark. H. Heyne u. W. Reiche. *297.

Gleichstrom-Hochspannungs-Prüfgeräte. 309.

Städtische Treibstoff-Prüfstelle in Berlin. 357.

Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoffdurchstrahlung. A. Herr. *425.

Ein einfaches Gerät zur Untersuchung von Meßwandlern. H. W. L. Bruckman u. W. J. Reichert. *479.

Gerät zur Prüfung des Entladegrades einer Batterie. 505.

Säurestandsprüfer. 505.

Werkstättenprüfeinrichtung für die elektr. Ausrüstung des Kraftwagens. 507.

Hochstrom-Stoßanlage für Mittelspannungen. 593.

Untersuchung von Hochspannungs-Stoßanlagen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen zur Erzeugung normgerechter Spannungsstöße. N. Lieber. 654.

Neuer Ölprüfer. 656.

Tragbare Relaisprüfeinrichtung. 706.

Stoßanlagen. 707.

Netzprüfgerät mit Glimmlampen. 714.

Prüfung von Meßgeräten und Wandlern. 716.

Billige Kompensationseinrichtung zur vergleichenden Spannungswandlerprüfung bei großer Empfindlichkeit. Nach A. Berghahn u. H. Janßen. 742.

Neue Stoßprüfanlage in Nürnberg. 745.

Prüffeld s. Meßkunde, Prüfeinrichtungen.

Prüfstelle des VDE s. Abt. A IV.

Pumpen s. Maschinenantrieb.

Pumpspeicherung s. Elektrizitätswerke.

Pyrometer s. Meßkunde.

Quarzlampe s. Lichttechnik.

Raumheizung s. Wärmetechnik.

Rechenmaschine s. Maschinenantrieb.

Rechtspflege.

— Gewerblicher Rechtsschutz.

Londoner Konferenz zur Revision des Unionsvertrages. Nach Klauer. Von Kahle. 21.

Tauchsieder-Gebrauchsmuster mit zu geringer Erfindungshöhe. Stort. 387.

Die Elektrotechnik in der Statistik des Reichspatentamts für das Jahr 1934. Kahle. 573.

Gewährung von Fristen im Patenterteilungsverfahren. 595.

Patentgebühren und Lizenzen in den Verrechnungsabkommen mit dem Auslande. 595.

Gewerblicher Rechtsschutz in der Sowjet-Union. Kahle. 595.

— Verschiedenes.

Anordnung 22 vom 17. XII. 1934, betr. Verwendung von Kupfer und dessen Legierungen. 66.

Beschränkung der Herstellung von Starkstromkabeln und isolierten Leitungen. 68.

Anordnung Nr. 21 der Überwachungstelle für Kautschuk und Asbest. 116.

Gesetzliche Verpflichtung zur Rundfunkentstörung. 215.

Zweites Gesetz zur Änderung des Kraftfahrzeugsteuergesetzes. 328.

Anordnung Nr. 25 der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest. 445.

Anordnung 26 der Überwachungstelle für unedle Metalle. 573.

Das Schweizer Verkehrsverteilungsgesetz abgelehnt. 573.

Regelung und Widerstände (s. a. Anlasser, Elektr. Maschinen, Fernmessung, Gleichrichter, Lichttechnik, Meßkunde, Schaltgeräte, Wärmetechnik).

Belastung von Schiebewiderständen. Gg. Keinath. *99.

Röhrenfeinregler für Maschinen. Nach R. G. Berthold u. A. v. Engel. 109.

Widerstandsberechnung mit dem Dralowid-Draloskop. 134.

Elektr. Kohledruck-Spannungsregler. 182.

Eine neue Form von Hochfrequenz-Widerständen. Nach P. Wenk u. M. Wien. 212.

Drehstromregler zur Regelung der Spannung. 257.

Feinsteuerung. 261.

Schnellregler für elektromotorische Antriebe. 262.

Wälzregler. 262.

Druckregler. 263.

Kohledruckregler. 263.

Thermostaten. 264.

Klein-Druckregler. 264.

Das Glimmteiler-Stromversorgungssystem. R. Seidelbach. Vortr. *299.

Steuerung elektr. angetriebener Scheren. 307.

Spannungsregelung mittels gleichstromerregter Transformatoren. Nach W. Scheuring. 431.

Regelung und Widerstände.

Die Gleichstrom-Regelkurve des Ohmschen Spannungsteilers. H. Freytag. *457.

Generatorregelung mittels Elektronenröhren. Nach W. Druey. 461.

Steuerungen auf der Leipziger Messe. 554.

Astatische Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren mit Elektronenröhren. Nach J. Ratzke. 567.

Reichsbahn s. Bahnbau.

Reklame s. Lichttechnik, Werbung.

Relais s. Schaltgeräte.

Riemenscheiben.

Fliehkraftriemenscheibe und Kupplung. 265.

Röhren (s. a. Funkwesen, Gleichrichter, Lichttechnik, Röntgentechnik, Theor. Elektrot.).

Elektronenoptische Stromverteilung in steuerbaren Elektronenröhren. Nach M. Knoll u. J. Schloemilch. 87.

Die Ionisationszeit eines Thyratons. Nach L. B. Snoddy. 133.

Röhrenprüfgerät. 255.

Konstruktion neuer Röhren zur Erzeugung sehr kurzer elektr. Wellen. Nach O. Pfetscher u. K. Müller. 411.

Generatorregelung mittels Elektronenröhren. Nach W. Druey. 461.

„Eichel"-Elektronenröhren für Ultrafrequenzen. Nach B. Salzberg. 683.

Über die Schaltungen von Photozelle und gittergesteuerter Entladungsröhre. W. Kluge u. H. Briebrecher. *731.

Rohrpost s. Signalwesen.

Rohrschutz s. Stoffkunde.

Rohrwalzwerk s. Maschinenantrieb.

Rohstoffe s. Stoffkunde.

Röntgentechnik.

Eine neue tragbare Röntgeneinrichtung zur Materialuntersuchung. 43.

Vakuumentladungen mit innerer Hochspannungsquelle. Nach W. Kossel u. A. Eckardt. 386.

Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoffdurchstrahlung. A. Herr. *425.

Phonetische Untersuchungen mit Hilfe von Röntgenstrahlen. Nach G. O. Russell. 440.

Schalterbau für Röntgenanlagen. 556.

Hochspannungsmessungen mit Elektronenstrahlen. H. Toeller. *678.

Ausdehnung des Röntgenspektrums. 723.

Rundfunk s. Funkwesen.

Saar s. Energiewirtschaft.

Sachverständigenwesen,

Zur Neuordnung des —. 573.

Sammler s. Akkumulatoren.

Sandstreuer s. Bahnbau.

Schall s. Meßkunde, Techn. Akustik.

Digitized by Google

Schaltanlagen und Schalttafeln.

Druckgasschalter in Hochspannungs-Schaltanlagen des Auslandes. 147.

220 kV-Schaltanlage mit Expansionsschaltern für die Truyère-Kraftwerke. 151.

Große industrielle Schaltanlagen im Ausland. 157.

Großgleichrichter, Schaltanlagen und Lokomotivantrieb für französische Bahnen. 163.

Erdungstange. 239.

Staubsauger-Aggregat für Hochspannungsanlagen. 239.

Gekapselte Schaltanlagen. 245.

Gußgekapselte Verteilungsanlage für Fernsteuerung. 261.

Die Darstellung elektr. Schaltungen. K. Hoerner. *317.

Kennzeichnung von Hilfsleitungen und ihren Anschlußstellen in Starkstromanlagen. 406.

Steuerungen auf der Leipziger Messe. 554.

Schaltanlagen für Gleichstrom-Hochspannung. 607.

Masselose eisengekapselte Hochspannungsschaltanlage unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung von Wasserschaltern. F. Andorff. Vortr. *643. Bespr. 658.

50 Jahre Schaltanlagenbau der BEWAG 1884 bis 1934. E. Krohne. Vortr. *665. *736.

Die Entwicklung der Schaltanlagen in der letzten Zeit. *704.

Freiluft-Schaltanlagen. (VDE-Bericht). 705.

Schalttafel- und Wartenbau (VDE-Bericht). 705.

Ausbildung von Netzwarten. 705.

Schlagwettergeschützte Niederspannungsverteilungen. 714.

Schaltgeräte.

Fernschaltung s. Fernmessung.

Lichtbogen s. Theoret. Elektrotechnik.

— Allgemeines.

Schaltleistung und Lebensdauer von Kupferschaltstücken für Schalt- und Steuergeräte. L. Weiler. *52.

Das Schaltproblem der Hochspannungstechnik. Nach F. Kesselring u. F. Koppelmann. 65.

Die Spaltfunkenstrecke als Schalter. Nach R. Strigel. 115.

Über elektrische Kontakte. R. Holm. *537.

Schaltgeräte auf der Leipziger Messe. 556.

Schalten großer Gleichstromleistungen. 606.

Die Erwärmung von Kontakten in Hochleistungschaltern durch Kurzschlußströme. Nach W. Wanger. 645.

Die Entwicklung der Schaltgeräte in der letzten Zeit. *704.

— Trenn- und Hörnerschalter.

Raumsparende Schubtrennschalter. 209.

Leistungs-Schubtrennschalter. 259.

Hörnerschalter mit Leistungssicherung. 260.

Schaltgeräte.

Leistungs-Kugeltrennschalter. 310.

— Ölschalter.

Strömungschalter für 60 bis 200 MVA Abschaltleistung. 258.

Neuer Ölstrahlschalter. 259.

Hochspannungs- und Hochleistungsschalter auf der Leipziger Messe. 555.

Quecksilber-Selbsteinschalter für Ölschalter. Nach A. E. Anderson. 618.

Steigerung der Ausschaltleistung von Leistungsschaltern in bestehenden Schaltanlagen. O. Schwenk. Vortr. *639. Bespr. 658.

50 Jahre Schaltanlagenbau der BEWAG 1884 bis 1934. E. Krohne. Vortr. *665. *736.

— Öllose Hochsp.-Leistungsschalter.

Hochspannungs-Schaltgeräte auf der Leipziger Messe 1935. 97.

Druckgasschalter in Hochspannungs-Schaltanlagen des Auslandes. 147.

220 kV-Schaltanlage mit Expansionsschaltern für die Truyère-Kraftwerke. 151.

Kompressionsschalter mit Eigen-Druckluferzeugung. 259.

Ein neuer 200 MVA-Expansionsschalter Reihe 20. G. Kirch. *293.

Hochspannungs- und Hochleistungsschalter auf der Leipziger Messe. 555.

Masselose eisengekapselte Hochspannungsschaltanlage unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung von Wasserschaltern. F. Andorff. Vortr. *643. Bespr. 658.

Druckluftschalter mit selbsttätig erzeugter Druckluft. Nach L. Saudicoeur. 681.

— Luft-Selbstschalter.

Druckschalter mit Motorschutz. 130.

Motorschutzschalter. 246.

Schlagwettersicherer Aufbau der Schaltgeräte. 264.

Über Schutzleiter für Schutzschaltung. F. Dittrich. *585.

Motorschutz im Aussetzbetrieb mittels thermischer Auslöser. Nach J. Gewecke. 652.

— Relais und Schütze.

Sparmagnete für Gleichstromschütze. Nach R. Edler. 39.

Schaltleistung und Lebensdauer von Kupferschaltstücken für Schalt- und Steuergeräte. L. Weiler. *52.

Fanalschütze. 261.

Nockenschaltelemente. 262.

Neues Lichtrelais. 308.

Empfindliche Relais. 564.

Entwicklung der Schutz- und Steuereinrichtungen mit Relais in letzter Zeit. *706.

Tragbare Relaisprüfeinrichtung. 706.

— Installationsschalter.

Installation von Beleuchtungsanlagen. Nach H. Laurick. 40.

Neue Installationsschalter. 247.

Kleinselbstschalter auf der Leipziger Messe. 556.

Schaltgeräte.

— Fahrschalter, Schaltwalzen.

Nockenfahrschalter für Grubenbahnen. 17.

Steuerungen auf der Leipziger Messe. 554.

Einhebel-Steuerschalter. 564.

Mehrfach ausgenutzte Schaltwalzen. Nach W. Bader. 618.

— Verschiedene Schaltgeräte.

Schalter für Hochfrequenzöfen. 41.

Lautsprecher-Umschalter. 253.

Blindleistungsbegrenzer. 254.

Maximal-Kontakt-Wattmeter. 254.

Schlagwettergeschützter „Druckknopf". 264.

Isolierstoffkapselung. 304.

Schwellwertschalter. 308.

Paketschalter bei Lampenschaltungen. 486.

Quecksilber-Selbsteinschalter für Ölschalter. Nach A. E. Anderson. 618.

Schaltungen s. Installationswesen, Schalttafeln.

Schaltvorgänge s. Theor. Elektrot.

Scheinwerfer s. Lichttechnik.

Schellen s. Installationswesen.

Scheren s. Maschinenantrieb.

Schiebewiderstand s. Regelung.

Schienen s. Bahnbau.

Schiffahrt (s. a. Funkwesen).

Stapellauf des turbo-elektr. Fahrgastschiffes „Potsdam". 74.

Elektrische Anlage auf dem Cunarddampfer „Queen Mary". 117.

Deutsche Steueranlagen für das schnellste Motorschiff der Welt. 136.

Der elektr. Schiffschraubenantrieb bei der italienischen Marine. Nach G. de Renzio. 409.

Vorschriften von Lloyd's Register über den elektr. Schraubenantrieb. Nach A. Regnauld. 409.

Elektr. Schiffstelegraph. 465.

Schiffsuhren mit nautischer Zeitangabe. Nach F. Hope-Jones. 492.

Tankstabilisierungsanlage für Schiffe. Nach J. J. Pfeil. 567.

Der Schnelldampfer „Scharnhorst" im Ostasiendienst. 573. B. 600.

Das schnellste Fahrgast-Motorschiff. Nach J. Bahl. 620.

Elektr. Treidelei auf den Wasserstraßen Frankreichs. 682.

Elektrotechnik im Hafen. O. Wundram. *689.

Elektrizität an Bord. B. Bleicken. *693.

Elektr. Ausrüstung der Schleusen am Schiffshebewerk Rothensee. 740.

Untermain. Nach Holling. 743.

Schlagweite s. Theor. Elektrot.

Schlagwetterschutz s. Bergbau, Schaltgeräte.

Schleifmaschinen s. Maschinenantrieb.

Schleusen s. Maschinenantrieb.

Schmelzen s. Wärmetechnik.

Schmelzsicherungen s. Überstromschutz.

Schnellbahnen s. Bahnbau.

Schnellregler s. Regelung.

Schraubenantrieb s. Schiffahrt.

Digitized by Google

Schroteffekt s. Theor. Elektrot.

Schulen s. Unterricht u. Abt. A II, Persönliches.

Schüttgüter s. Maschinenantrieb.

Schütze s. Schaltgeräte.

Schutzeinrichtungen s. Erdschluß, Funkwesen, Schaltgeräte, Überspannungsschutz, Überstromschutz.

Schwachstromtechnik s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Röhren, Verstärkertechnik.

Schweißen s. Wärmetechnik.

Schwimmhalle s. Wärmetechnik.

Schwingmotor s. Maschinenantrieb.

Schwingungen, elektr. s. Funkwesen, Röhren, Theoret. Elektrot.

Schwingungen, mechanische (s. a. Leitungen).

Schwingungsmessungen an Kabeln auf Eisenbrücken. Nach R. Bletschacher. 406.

Einige Eigenschaften einfacher elektr. und mechan. Schwingungssysteme und ihre Kennzeichnung. Nach J. Fischer. 441.

Untersuchungen über Verfahren zur Synchronisierung von Pendeluhren und anderen mechanischen Schwingern. Nach M. Lavet. Von J. Baltzer. 508.

Bekämpfung der Seilschwingungen. 709.

Sehvermögen s. Lichttechnik.

Selbstanschluß s. Fernsprechwesen.

Selbstschalter s. Schaltgeräte.

Sender s. Funkwesen.

Sicherheit s. Medizin.

Sicherungen s. Überstromschutz.

Signalwesen.

— **Eisenbahnsignalwesen.**

Zugtelephonie. Nach J. Liston. 41.

Warnlichtanlage an schienengleichen Kreuzungen. 45.

Die Änderung des Signalfarbenbegriffs bei den Österreichischen Bundesbahnen. Nach Rumpf. 132.

Beeinflussung von Blockanlagen durch Starkstromanlagen. Nach M. Schulze. 324.

Der selbsttätige Streckenblock auf den Niederländischen Eisenbahnen. Nach Verstegen. 351.

Weichen- und Signalfernsteuerung bei einer amerikanischen Eisenbahn. 352.

Die induktive Zugbeeinflussungseinrichtung der SBB. 407.

Selbsttätige Zugsicherung. Nach Kofler. 407.

Blinklichtanlagen als Ersatz für Schranken. 682.

— **Rohrpost.**

Die Stadtrohrpostanlage in Bern. 159.

Kleinrohrpost. 266.

Weichen-Rohrpostsystem. 266.

— **Verschiedenes.**

Personensuchanlage. 252.

Lichtsignal- und Wagenzählanlagen in Förderanlagen. 354.

Signalwesen.

Die „Onogo-Uhr". 439.

Elektr. Schiffstelegraph. 465.

Kontroll- und Signalvorrichtungen für Kraftwagen. 507.

Diebstahlsicherung bei Kraftwagen. 507.

Luftschutz in der Industrie. 715.

Sitzungen s. Tagungen u. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.

Skala s. Meßgeräte.

Spannungsregler s. Regelung.

Spannungsteiler s. Regelung.

Speicherung s. Elektrizitätswerke, Wärmetechnik.

Speisewasser s. Dampfkessel.

Spektrometer s. Meßkunde.

Sperrspannung s. Gleichrichter.

Spiegel s. Stoffkunde.

Spielzeug s. Maschinenantrieb.

Spinnerei s. Maschinenantrieb.

Sprechstellen s. Fernsprechwesen.

Spulen s. Drosselspule, Theoret. Elektrot.

Staat und Technik. W. Ohnesorge. Vortr. *337.

Stabilisierung s. Schiffahrt.

Stabilität s. Elektr. Maschinen, Maschinenantrieb.

Stahl s. Hütte, Magnetismus, Stoffkunde, Wärmetechnik.

Ständischer Aufbau und Neuordnung der Wirtschaft.

Die Fachgruppe der Technischen Sachverständigen. 326.

Staat und Technik. W. Ohnesorge. Vortr. *337.

Organisation der Elektrizitätswirtschaft. 700.

Satzungen und Haushaltsplan der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung. 745.

Stapellauf s. Schiffahrt.

Starkstrombeeinflussung s. Fernsprechwesen, Funktechnik.

Stationen s. Funkwesen.

Statistik s. Leitungen, Rechtspflege.

Staubsauger s. Maschinenantrieb.

Steckvorrichtungen s. Installationsw.

Sterilisation s. Landwirtschaft.

Steuer s. Automobile, Rechtspflege.

Steuerung s. Fernmessung, Gleichrichter, Lichttechnik, Regelung.

Stoffkunde und Stoffwirtschaft.

— **Metalle** (s. a. Leitungen).

— — **Allgemeines.**

Eine neue tragbare Röntgeneinrichtung zur Materialuntersuchung. 43.

Die Erholung metallischer Werkstoffe von den Folgen der Kaltbearbeitung. Nach G. Tammann. 134.

Bevorzugte Rohstoffzuteilung für Exportaufträge der Leipziger Frühjahrsmesse 1935. 267.

Nichtleitende Metallmodifikationen. Nach J. Kramer. 385.

Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoffdurchstrahlung. A. Herr. *425.

Neue Untersuchungen über Elektrolyse an unterirdischen Leitungen. F. Besig. *481.

Stoffkunde und Stoffwirtschaft.

Beitrag zur Theorie der Rohrschutzmittel gegen Streuströme. Nach J. Vernaux-Jobart. 569.

Neubesetzung der Stelle des Reichsbeauftragten der Überwachungsstelle für unedle Metalle. 626.

— — **Eisen und Stahl** (s. a. Hütte, Magnetismus).

Neue magnetische Werkstoffe für die Fernmeldetechnik. Nach M. Kersten. 63.

Neue Dauermagnetstähle. W. Steinhaus u. A. Kußmann. B. 96.

Hochfrequenzeisen. 253.

Neuzeitliche Blitzschutzanlagen. P. Schickhardt. *453.

Sondergußeisen für elektr. Zwecke. Nach H. Nakamura. 522.

Nichtmagnetisches Gußeisen. Nach G. Watanabe. 571.

Entwicklung der ferromagnetischen Werkstoffe. 723.

— — **Kupfer.**

Anordnung 22 vom 17. XII. 1934, betr. Verwendung von Kupfer und dessen Legierungen. 66.

Anordnung 26 der Überwachungsstelle für unedle Metalle. 573.

— — **Aluminium.**

Aluminium im Freileitungsbau. 15.

Normblatt Aluminiumbronze. 67.

Eloxal-Verfahren. 244.

Neue Erkenntnisse über die Verwendungsmöglichkeit des Aluminiums in der Elektrotechnik. Nach v. Zwehl. Vortr. 389.

Neuzeitliche Blitzschutzanlagen. P. Schickhardt. *453.

Freileitungen (VDE-Bericht). 709.

— — **Versch. Metalle u. Legierungen.**

Anordnung 26 der Überwachungsstelle für unedle Metalle. 573.

Schmelzpunkte einiger Chrom-Eisen-Widerstandslegierungen. Nach F. Hoffmann u. A. Schulze. 626.

Chrom - Aluminium - Eisen - Legierungen für hohe Temperaturen. Nach A. Grunert, W. Hersenbruch u. K. Schichtel. 744.

— — **Korrosion** (s. a. Leitungen).

Die Prüfung der elektrochemischen Korrosion elektr. Schweißungen. 66.

Einfluß der Schienenstreuströme elektr. Straßenbahnen auf die Korrosion in Turbinenkondensatoren. A. Smolanski. *100.

Elektrolytische Zersetzung von Gleichstrom-Bahnspeisekabeln. Nach W. Wegener. 112.

Korrosionstagung 1934. 386.

Neue Untersuchungen über Elektrolyse an unterirdischen Leitungen. F. Besig. *481.

Beitrag zur Theorie der Rohrschutzmittel gegen Streuströme. Nach J. Vernaux-Jobart. 569.

Gerät zur Messung von Korrosionsströmen in Kabelmänteln und Rohrleitungen. Nach K. Rottsieper. 742.

Digitized by Google

Stoffkunde und Stoffwirtschaft.

— **Kohle und Treibstoffe.**

Die Minderung der Treibstoffeinfuhr durch Umstellung der Kraftmaschinenantriebe. W. Rödiger. *1.
Gewinnung von Treibstoffen aus heimischen Rohprodukten. 1.
Verwendung von gasförmigen Treibmitteln. 2.
Technische Prüfungsfahrt mit heimischen Kraftstoffen. 90.
Städtische Treibstoff-Prüfstelle in Berlin. 357.
Spiegel und Folien aus Graphit. Nach H. Thiele. 491.
Energiewirtschaft und Kraftverkehr, neue Wege durch Elektrofahrzeuge. Nach Blume. 493.
Die Verwendung elektr. Fahrzeuge zur Ersparnis devisenbedingter Rohstoffe. Nach Rödiger. 658.
Schaufahrt mit Fahrzeugen für heimische Treibstoffe. 745.

— **Isolierstoffe** (s. a. Isolatoren).

— — **Allgemeines.**

Kunststoff-Beratungstelle in Berlin. 45.
Isolierstoffe auf der Leipziger Messe. 560.
Ein Tropenraum für Werkstoffprüfungen. 592.
Unterschiedliches Verhalten der Isolierstoffe bei Gleich- und Wechselspannung. 604.
Entwicklung der Isolierstoffe in letzter Zeit. *715.

— — **Keramische Isolierstoffe.**

Anwendung keramischer Isolierstoffe auf der Leipziger Messe 1935. 97. 98.
„Metallhaut"-Einführungen. 244.
Verschmelzen von Glas und keramischen Werkstoffen. 244.
Verschmelzung eines Steatits mit Bleiglas. 245.
Zusammenschmelzen von keramischen Magnesiumsilikat-Erzeugnissen mit Glas. 245.
Ein neues Isolatorenporzellan. Nach M. Korach. 522.
Die keramischen Stoffe (VDE-Bericht). 715.

— — **Preßstoffe.**

Edelpreßharz. 244.
Erhöhung der Sicherheit durch Verwendung von Kunstharz-Preßstoffen als Isolierstoffe. H. Passavant. *269.
Plastische Massen als Rohstoff zur Fertigung von Preßstoffteilen. W. Röhrs. *271.
Herstellung der Preßteile. W. Schramm. *274.
Elektrotechnische Erzeugnisse aus Kunstharz-Preßstoffen und ihre Konstruktion. A. Hermanni. *278. B. 312.
Bewertung und Prüfung von Preßstoffen in der Elektrotechnik. R. Vieweg. *284.
Die wirtschaftliche Bedeutung der Verwendung von Preßstoffen. Leysieffer. *288.
Novotextlager. F. Armbruster. *289.
Preßstoffe in der Elektrotechnik. 303.
Lager aus Kunstharz-Preßstoff an Stelle von Metall- und Pockholzlagern. Nach Kiel. 655.
Die Kunststoffe (VDE-Bericht). 715.

Stoffkunde und Stoffwirtschaft.

— — **Papierstoffe.**

Die dielektrische Verfolgung des Trocknungs- und Imprägnierungsprozesses bei Papier. E. Waldschmidt. *83.
Über den physikalischen Aufbau von Kondensatoren. G. Nauk. *371.
Getränkte Papierisolation, besonders Kabelisolation, bei hoher Gleichspannung. Nach E. Kirch. 617.

— — **Gummi.**

Anordnung Nr. 21 der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest. 116.
— Nr. 25. 445.
Über die Zerstörung der Isolation von Leitungen und Kabeln durch Glimmerscheinungen. 405.

— — **Verschiedene feste Isolierstoffe.**

Anordnung Nr. 21 der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest. 116.
— Nr. 25. 445.
Synthetische Wachse (Chlornaphthaline) in der Elektrotechnik. 521.
Das Dielektrikum von Elektrolytkondensatoren. Nach O. Jauch, R. Bauder u. M. Bentele. 619.

— — **Isolieröl.**

Erneuerung gebrauchter Mineralöle. 264.

Stoppuhr s. Meßkunde.
Störungen s. Fernsprechwesen, Funkwesen, Überspannung, Überstrom.
Stoßanlage s. Meßkunde, Prüfeinricht.
Strahlöfen s. Wärmetechnik.
Strahlung s. Funkwesen, Lichttechnik, Meßkunde, Physik, Theor. Elektrot. Wärmetechnik.
Straße s. Automobile, Lichttechnik, Signalwesen.
Straßenbahnen s. Bahnbau.
Streuströme s. Stoffkunde.
Stroboskop s. Meßkunde.
Stromabnehmer s. Bahnbau.
Strompreis s. Elektrizitätswerke.
Stromrichter s. Gleichrichter.
Stromrückgewinnung s. Bahnbau.
Stromtarif s. Elektrizitätswerke.
Stromverdrängung s. Theor. Elektrot.
Stromversorgung s. Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft, Leitungen.
Stromwirtschaft s. Energiewirtschaft.
Supraleitfähigkeit s. Theor. Elektrot.
Synchronisierung s. Schwingungen.

Tagungen (s. a. Abt. A IV, Vereinsnachrichten).

8. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE) in Paris. 222.
Zur Preßstofftagung im Haus der Elektrotechnik auf der Leipziger Messe. 269.
Tagung des internationalen Rundfunk-Entstörungsausschusses in Berlin. 328.
Korrosionstagung 1934. 386.
Tagung der Meß-Sachverständigen des Rundfunk-Störungsausschusses (CISPR) der Internationalen Elektrotechn. Kommission (IEC) vom 3. bis 11. XII. 1934 in Berlin. Harbich. 409.
Ausschußtagungen des CCIF. Nach K. Höpfner. 654.
9. Vollversammlung der Internationalen Beleuchtungskommission. 656.
XIV. Kongreß für Heizung und Lüftung. 683.

Talsperren s. Elektrizitätswerke.
Tarifwesen s. Elektrizitätswerke.
Tauchsieder s. Wärmetechnik.

Technische Akustik (s. a. Fernsprechwesen, Meßkunde).

Schallmessung s. Meßkunde.
Ultraschallwellen. Nach W. Rodewald. 134.
Lärmbekämpfungswoche. 135. 356. 522.
Phonetische Untersuchungen mit Hilfe von Röntgenstrahlen. Nach G. O. Russell. 440.
Ultraschallmethode zur Bestimmung der Richtcharakteristiken von Schalltrichtern. Nach St. Goldman. 488.
Lärmfreie Reichswoche. 522.
Kampf dem Lärm. E. Lübcke. *529.
Zum mechanisch-akustischen Verhalten elektr. Maschinen. Nach E. Lübcke. 545.
Über die Zunahme der Lautstärke bei mehreren Schallquellen. Nach E. Lübcke. 547.
Neue Plattenspieler. 565.
Lautstärke und Energieadditionsbeziehung. Nach F. Aigner und M. J. O. Strutt. 654.
Lautstärke und Tonhöheempfindung. Nach Vierling. 654.
Ultraschallwellen. 724.
Vom Kampf gegen den Lärm. 745.

Telegraphenwesen (s. a. Bildtelegraphie, Funkwesen, Leitungen).

Eine neue italienische Fernschreibmaschine. Nach R. Deaglio. 19.
Fernschreibmaschine. 252.
Fernschreibverkehr bei den Siemens-Firmen. Nach R. Jost. 489.
Siemens-Hell-Schreiber. 559.
Entwicklung der Telegraphie in letzter Zeit. *720.
Entwicklung der Springschreiber. 720.
Wechselstromtelegraphie. 720.
Fernschreibteilnehmer-Telegraphie (VDE-Bericht). 720.
Das Fernmeldewesen im 2. Halbjahr 1934. F. Gladenbeck. *725.
Allgemeiner Verkehr zwischen deutschen und schweizerischen Fernschreibteilnehmer. 726.

Telephonie s. Fernsprechwesen.
Temperatur s. Meßkunde, Wärmetechnik.
Temperaturregler s. Wärmetechnik.
Textilindustrie s. Maschinenantrieb.

Theoretische Elektrotechnik (s. a. Magnetismus, Physik).

— **Elektrisches Feld** (s. a. Funkwesen).

Der Schroteffekt in Isolatoren. Nach F. E. Haworth u. R. M. Bozorth. 490.
Untersuchungen über die physikalischen Vorgänge bei der Elektrofilterung. Nach G. Mierdel u. R. Seeliger. 491.

— **Durchschlag von Gasen.**

Gasentladung bei Nieder- und Hochfrequenz - Koronaanfangspannung. Nach F. Miseré. 42.
Kreisfunken bei elektr. Gleitfiguren. Nach M. Toepler. 65.
Die Spaltfunkenstrecke als Schalter. Nach R. Strigel. 115.

Digitized by Google

Theoretische Elektrotechnik.

Über Gleitentladungen bei Wechselspannungen (Kreisfunken). Nach W. Jacobi. 115.

Eine unipolare Form der Gleitkorona. Nach A. Coehn u. W. Ziegler. 204.

Die Überschlagspannung verschmutzter Isolatoren. F. Obenaus. *369.

Die elektr. Festigkeit der Luft bei verschiedenartiger Beanspruchung. W. Weicker. 423.

Eichung der Kugelfunkenstrecke. Nach J. R. Meador, P. L. Bellaschi u. P. H. McAuley. 423.

Stoßspannungsuntersuchungen mit dem Kathodenoszillographen. Nach T. E. Allibone, W. G. Hawley u. F. R. Perry. 441.

Amerikanische Überschlagwerte für Kettenisolatoren und Stabfunkenstrecken. 513.

Durchschlag der Luft (VDE-Bericht). 707.

— Durchschlag von Flüssigkeiten.

Bemerkungen zum Durchschlag flüssiger Isolierstoffe. Nach F. Koppelmann. 42.

Die dielektr. Festigkeit flüssiger Isolierstoffe bei hohen Frequenzen. Nach W. Schlegelmilch. 385.

Stoßspannungsuntersuchungen mit dem Kathodenoszillographen. Nach T. E. Allibone, W. G. Hawley u. F. R. Perry. 441.

Über den Entladeverzug in Öl bei kleinen Schlagweiten. Nach R. Strigel. 490.

Über den Einfluß von Stoßspannungen auf die dielektr. Festigkeit von Transformatorenöl. Nach E. Scheu. 491.

Neuer Ölprüfer. 656.

— Durchschlag fester Isolierstoffe (s. a. Isolatoren).

Elektrische Eigenschaften von gedehntem Gummi. Nach A. Gemant. 19

Über die Zerstörung der Isolation von Leitungen und Kabeln durch Glimmerscheinungen. 405.

Beziehungen zwischen der Temperaturabhängigkeit der Verluste und der Durchschlagfestigkeit bei Papierkondensatoren. G. Nauk. *539.

Durchschlag fester Isolierstoffe (VDE-Bericht). 707.

— Dielektrische Verluste.

Elektrische Eigenschaften von gedehntem Gummi. Nach A. Gemant. 19.

Ein Fortschritt im Aufbau keramischer Dielektriken. E. Albers-Schönberg, W. Soyck u. A. Ungewiß. *226.

Hochfrequenz-Isolierstoffe mit geringen dielektr. Verlusten. 312.

Dielektr. Verluste in Kristallen. Nach Bogorodizky u. Malyschew. 384.

Die dielektr. Verluste von Isolierölen bei sehr hohen Frequenzen. Nach H. Beck. 385.

Beziehungen zwischen der Temperaturabhängigkeit der Verluste und der Durchschlagfestigkeit bei Papierkondensatoren. G. Nauk. *539.

Dielektr. Verluste in Wechselstrom Generatoren. Nach G. Keinath. 567.

Theoretische Elektrotechnik.

— Dielektrizitätskonstante.

Die Konstanz der Dielektrizitätskonstanten bei extrem hohen Feldstärken. Nach A. Güntherschulze u. H. Betz. 20.

Ein Fortschritt im Aufbau keramischer Dielektriken. E. Albers-Schönberg, W. Soyck u. A. Ungewiß. *226.

Hochfrequenz-Isolierstoffe hoher Dielektrizitätskonstante. 312.

Elektr. Meßwesen auf der Holztagung 1934. Nach E. Mörath. 381.

— Elektrizitätsdurchgang durch Gase.

Die Bildfehler beim Fernsehen mit Braunschen Röhren und ihre Behebung. E. Hudec. *28.

Die gegenseitige Beeinflussung von Elektronenstrahlbündeln. Nach G. Wendt. 64.

Kreisfunken bei elektr. Gleitfiguren. Nach M. Toepler. 65.

Die Ionisationszeit eines Thyratrons. Nach L. B. Snoddy. 133.

Die Mehl- und Getreidesterilisation durch elektr. Sprühentladungen. 133.

Stauboberflächenbewegungen in elektr. Feldern. Nach S. Franck. 213.

Das Glimmteiler - Stromversorgungssystem. R. Seidelbach. Vortr. *299.

Die Ausbildung der Maxwellverteilung im Langmuirschen Plasma. Nach D. Gabor. 355.

Glimmentladung in Atmosphärendruck. Nach H. Thoma u. L. Heer. 386.

Vakuumentladungen mit innerer Hochspannungsquelle. Nach W. Kossel u. A. Eckardt. 386.

Technik der Erzeugung von Ionenstrahlen für die Atomzertrümmerung. Nach G. Alocco. 570.

Hochspannungsmessungen mit Elektronenstrahlen. H. Toeller. *678.

Induzierte Radioaktivität. 723.

Ausdehnung des Röntgenspektrums. 723.

Verzerrungen am Kathodenstrahlfleck bei größeren Ablenkungen. Nach A. Wallraff. 744.

— Lichtbogen.

Das Schaltproblem der Hochspannungstechnik. Nach F. Kesselring u. F. Koppelmann. 65.

— Elektronenoptik.

Elektronenoptische Stromverteilung in steuerbaren Elektronenröhren. Nach M. Knoll u. J. Schloemilch. 87.

Zur Elektronenoptik Braunscher Röhren. Nach M. v. Ardenne. 624.

Hochspannungsmessungen mit Elektronenstrahlen. H. Toeller. *678.

— Wechselströme u. Schwingungen.

Zur Berechnung von Schaltvorgängen mit nicht konstanter Induktivität. Nach J. Hak. 114.

Rechnen mit symmetrischen Komponenten bei Synchronmaschinen. Nach J. Tittel. 129.

Untersuchungen über die Heavisideschicht. Nach G. W. Kenrick, H. E. Paul, K. Försterling u. H. Lassen. 355.

Vektormesser. 380.

Theoretische Elektrotechnik.

Abschirmung von eisenlosen Spulen durch Platten und geschlossene Gefäße. Nach J. Hak. 386.

Über den Verlustwiderstand von Hochfrequenzleitern. Nach H. Kaden. 440.

Einige Eigenschaften einfacher elektr. und mechan. Schwingungssysteme und ihre Kennzeichnung. Nach J. Fischer. 441.

Über Wechselströme mit beliebiger Kurvenform in Dreiphasensystemen. Nach W. Quade. 441.

Leistungsbegriffe und Leistungsfaktor bei ein- und mehrphasigen Wechselströmen. Nach G. Hommel. 463.

Zur Theorie der Ortskurven. Nach A. Herrmann. 465.

Bedingungen und Leistungsbilanz bei der Umwandlung von Einphasenstrom in symmetrischen Drehstrom und umgekehrt. Nach P. Werners. 466.

Hochfrequenzverluste und Molekülstruktur. Nach P. Debye. 490.

Über die gleichzeitige Erregung von zwei Frequenzen in einer Röhre. Nach M. Lattmann u. H. Salinger. 547.

Stromverdrängung bei Doppelstableitern. E. Kübler. *637.

— Induktivität.

Gegeninduktivität von zwei kreisförmigen Stromkreisen in beliebiger gegenseitiger Lage. Nach J. Hak. 42.

Die Gegeninduktivität gleicher Kreise in parallelen Ebenen. Nach K. Potthoff. 64.

Behandlung von Abschirmungsaufgaben durch ein Näherungsverfahren. Nach J. Hak. 87.

Zur Berechnung von Schaltvorgängen mit nicht konstanter Induktivität. Nach J. Hak. 114.

Abschirmung von eisenlosen Spulen durch Platten und geschlossene Gefäße. Nach J. Hak. 386.

Genaue Berechnung von eisenlosen Zylinderspulen. Nach J. Hak. 744.

—Widerstand und Leitfähigkeit.

Neue magnetische Effekte bei Eintritt der Supraleitfähigkeit. Nach W. Meißner. 41.

Elektr. Leitfähigkeit elektronischer Halbleiter. Nach B. Gudden. Von A. Meißner. 213.

Elektr. Meßwesen auf der Holztagung 1934. Nach E. Mörath. 381.

Nichtleitende Metallmodifikationen. Nach J. Kramer. 385.

Der Erdungswiderstand verschiedener Bodenarten und die Vorausberechnung der Elektroden. Nach E. Sprecher. 411.

Der Schroteffekt in Isolatoren. Nach F. E. Haworth u. R. M. Bozorth. 490.

Zur Elektronentheorie der Supraleitung. Nach R. Schachenmeier. 521.

Elektr. Hilfsmittel in der geophysikalischen Bodenforschung. R. Ambronn. *581.

Die Luftleitfähigkeit an Blitzeinschlagstellen. Nach G. Viel. 591.

Direkte Ermittlung der freien Weglänge der Elektronen in Metallen. Nach A. Eucken u. F. Förster. 593.

Digitized by Google

Thermomessung s. Meßgeräte.

Thermostaten s. Regelung.

Thyratron s. Röhren.

Tod, elektr., s. Medizin.

Tonfilm s. Fernsprechwesen.

Transformatoren.

Öl s. Stoffkunde, Theor. Elektrot.

— **Allgemeines.**

Transformatoren für Funk-Empfangsgeräte. 252.

Spannungsregelung mittels gleichstromerregter Transformatoren. Nach W. Scheuring. 431.

Der Frequenzgang des Wirkungsgrades eisengeschlossener Transformatoren. Nach G. Eckart. 486.

— **Leistungstransformatoren.**

Das Jochgesetz bei Transformatoren. Nach M. Vidmar. 60.

Der Einfluß des Eisens auf die radialen Stromkräfte bei Transformator-Röhrenspulen. Nach A. Korb. 61.

Drehstromregler zur Regelung der Spannung. 257.

Vielseitig verwendbarer Schultransformator. Nach E. Aretz. 349.

Die Regelung der Stromverteilung in Ringnetzen mittels des Quertransformators. Nach W. Oburger. 429.

Die Entwicklung der Maschinen und Transformatoren in letzter Zeit. *703.

— **Prüftransformatoren.**

Ein Hochspannungs-Prüffeld in Dänemark. H. Heyne u. W. Reiche. *297.

— **Meßwandler.**

Streuungserscheinungen bei Ringstromwandlern. Nach A. H. M. Arnold. 39.

Ein einfaches Gerät zur Untersuchung von Meßwandlern. H. W. L. Bruckman u. W. J. Reichert. *479.

Stromwandler von höchster Genauigkeit. 716.

Treibstoffe s. Stoffkunde.

Triebfahrzeuge s. Automobile, Bahnbau Schiffahrt.

Trocknen s. Wärmetechnik.

Turbinen s. Dampfturbinen, Wasserturbinen.

Übersehlag s. Theor. Elektrot.

Überspannung.

— **Blitz und Gewitter.**

Amerikanische Gewitteruntersuchungen in Hochspannungsnetzen. Nach W. W. Lewis u. C. M. Foust, E. Bell, Ph. Sporn u. I. W. Groß. 108.

Gewitterstörungen einer südafrikanischen 132-kV-Doppelleitung in den Jahren 1926 bis 1933. H. Neuhaus. *313.

Untersuchungen von Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen in Schweden mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. H. Norinder. Vortr. *393. Bespr. 468.

Überspannung.

Gewitterforschungen nach ausländischen Veröffentlichungen im Jahre 1934. D. Müller-Hillebrand. *417.

Kugelblitze. Nach J. C. Jensen. 440.

Nachweis der Ursache von Gewitterstörungen auf den 100 kV-Leitungen der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen A. G. und Mittel zu ihrer Verminderung. W. Zwanziger. *474.

Neuere Ergebnisse der Blitzstromstärkenmessungen an Hochspannungsleitungen. H. Zaduk. *475.

Induzierte Blitzüberspannungen und ihre Beziehung zum rückwärtigen Überschlag. V. Aigner. *497.

Vorschläge zur Beobachtung der Gewitterstörungen. Har. Müller. *577.

Feststellungen über Mehrfach-Blitzentladungen an amerikanischen Hochspannungsleitungen. 590.

Die Luftleitfähigkeit an Blitzeinschlagstellen. Nach G. Viel. 591.

Neuartige Vorgänge in der Blitzbahn. Nach B. Walter. 593.

Bemerkenswerte Blitzeinschläge an zwei Fabrikschornsteinen. 595.

Wesen des Gewitters und Blitzes (VDE-Bericht). 706.

— **Wanderwellen.**

Induzierte Blitzüberspannungen und ihre Beziehung zum rückwärtigen Überschlag. V. Aigner. *497.

Zur Frage der Umgestaltung von Wanderwellen durch Korona. W. Förster *530.

Schleifenoszillograph mit Neonlichtquelle. Nach W. A. McMorris, M. A. Rusher u. J. H. Hagenguth. 591

Ein Beitrag zur Aufnahmetechnik des Kathodenstrahl-Oszillographen bei der Untersuchung von Höchstspannungs-Stoßanlagen. N. Lieber. *633.

Überspannungsschutz.

Stromstärkenmessung an Überspannungsableitern. Nach H. W. Collins. 110.

Kathodenfallableiter. 310.

Neuzeitliche Blitzschutzanlagen. P. Schickhardt. *453.

Überspannungschutz auf der Leipziger Messe. 555.

Feststellungen über Mehrfach-Blitzentladungen an amerikanischen Hochspannungsleitungen. 590.

Überspannungsventil für Hochspannungsanlagen. 647.

Entwicklung der Überspannungsableiter. 707.

Überstrom und Kurzschluß.

Die Berechnung dreipoliger Dauerkurzschlüsse in verbundgespeisten Netzen bei Berücksichtigung der Vorbelastungen. H. Grünewald. *33.

Das Hochspannungs- und Hochleistungsprüffeld der ASEA. Nach R. Kempe. 115. B. 416.

Kurzschluß bei Gleichstrom-Hochspannung. 607.

Die Erwärmung von Kontakten in Hochleistungsschaltern durch Kurzschlußströme. Nach W. Wanger. 645.

Die Berechnung des Kurzschlußstromes in Hochspannungsnetzen. G. Hameister. *669.

Die Gegenimpedanz und der zweipolige Kurzschlußstrom der wirkwiderstandslosen synchronen Vollpolmaschine. Nach A. Pfeiffer. 742.

Überstromschutz (s. a. Schaltgeräte).

Installation von Beleuchtungsanlagen. Nach H. Laurick. 40.

Sicherungen auf der Leipziger Messe 1935. 97.

Hausanschlußsicherung. 245.

Hochleistungs-Hochsp.-Sicher. 259.

Auspuffsicherung. 260.

Hörnerschalter mit Leistungsicherung. 260.

Aus der Praxis amerikanischer Leitungschutztechnik. Nach L. F. Hunt u. A. A. Kroneberg. 429.

Hochspannungs-Schmelzsicher. 557.

Die Schmelzzeit dünner Schmelzsicherungen. Nach J. A. M. v. Liempt u. J. A. de Vriend. 593.

Sicherungen für Zugheizung. 651.

Motorschutz im Aussetzbetrieb mittels thermischer Auslöser. Nach J. Gewecke. 652.

Überwachung s. Elektrizitätswerke, Fernmessung, Meßkunde, Prüfeinrichtungen.

Uhren s. Meßkunde.

Ultrastrahlung s. Physik.

Ultraviolett-Strahlung s. Lichttechnik.

Umformer s. Elektr. Maschinen.

Umrichter s. Gleichrichter.

Umspanner s. Transformatoren.

Unterricht.

— **Hochschulen** (s. a. Abt. A II, Persönl.).

Eine Reichs-Habilitationsordnung. 68.

Verlegtes Sommersemester 1935. 68.

Studentenhöchstziffern für die Großstadt-Hochschulen. 387.

25jähriges Jubiläum der T. H. Breslau. 387.

Maschinentechn. u. elektrotechn. Ferienkurse an der Bergakademie Clausthal. 594.

— **Lehrmittel.**

Datsch-Lehrmitteldienst, Berlin. 215.

Vielseitig verwendbarer Schultransformator. Nach E. Aretz. 349.

Ein Tonfilmsonderzug der Reichsbahn. 413.

Photozellen-Lehrgerät. 565.

— **Verschiedenes.**

Kurse über Metallkunde und Metallbehandlung. 327.

Das Programm des Hauses der Technik. 492.

Maschinentechn. u. elektrotechn. Ferienkurse an der Bergakademie Clausthal. 594.

Einheitskennlinie für Wechselstrom-Reihenschlußmotoren und Repulsionsmotoren. L. Binder. *611.

Unterwerke s. Bahnbau, Elektrizitätswerke.

Vektormesser s. Meßkunde.

Ventile, elektr., s. Überspannungsschutz.

Ventile, mechan.

Magnetgesteuertes Kühlwasserventil. 263.

Druckgesteuertes Wasserventil. 263.

Digitized by Google

Verbände s. Abt. A IV.

Verbinder s. Leitungen.

Verbrennungsmot. s. Brennkraftmasch.

Verchromung s. Elektrochemie.

Verkehr s. Automobile, Bahnbau, Fernsprechwesen, Funkwesen, Lichttechnik, Rechtspflege, Schiffahrt, Signalwesen, Telegraphenwesen.

Verluste s. Elektr. Maschinen, Leitungen, Theoret. Elektrot.

Verordnungen s. Rechtspflege.

Verstärkertechnik (s. a. Röhren).

Ein hochempfindlicher Verstärker. Nach P. A. Macdonald u. E. M. Campbell. 520.

Fernkabel und Verstärkertechnik (VDE-Bericht). 719.

Verteilungen s. Installationswesen.

Vorschriften s. Normen u. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.

Vorträge s. Unterricht u. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.

Wagen s. Automobile, Bahnbau.

Walzwerk s. Hütte, Maschinenantr.

Wanderwellen s. Überspannung.

Wandler s. Transformatoren.

Wärmekraft s. Dampfkessel, Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft.

Wärmetechnik (s. a. Meßkunde).

— Allgemeines.

Haushaltgeräte auf der Leipziger Messe 1935. 97.

Chemische Untersuchungen von Siliziumkarbid-Heizleitern. Nach H. Klammroth. 515.

Elektrowärme auf der Leipziger Messe. 557.

Die Schmelzzeit dünner Schmelzsicherungen. Nach J. A. M. v. Liempt u. J. A. de Vriend. 593.

Schmelzpunkte einiger Chrom-Eisen-Widerstandslegierungen. Nach F. Hoffmann u. A. Schulze. 626.

Beeinflussung der Wärmeübertragung in Widerstandsöfen. 649.

Stabheizkörper mit hoher Belastbarkeit. H. Bachmann. 649.

Entwicklung der Elektrowärmetechnik in letzter Zeit. *712.

Chrom - Aluminium - Eisen - Legierungen für hohe Temperaturen. Nach A. Grunert, W. Hersenbruch u. K. Schichtel. 744.

— — Kochgeräte und elektr. Küche.

Der Energieverbrauch beim Kochen auf gas- und stromgeheizten Herden. Nach W. Raiß. 61.

Glühkochstelle und Wärmeplatten. 306.

Haushalt-Herd. 307.

Elektr. Hausinstallation. Nach E. H. W. Banner. 351.

Neuartige Glühkochplatte. Nach St. F. Bickel. 381.

Eine Stadt ohne Schornsteine. 413.

Koch- und Heizgeräte auf der Leipziger Messe. 557. 563.

Trockengehschutz. 557.

Elektrowärmegeräte in Arbeiterspeiseräumen. Nach F. Mörtzsch. 571.

Kochgeräte und Speicher. (VDE-Bericht). 712.

Wärmetechnik.

— Warmwasserbereitung.

Die Empire-Schwimmhalle in London. 61.

Die Weiterentwicklung elektr. Heißwasserspeicher. Fr. Mörtzsch. *206.

Durchlaufspeicher. 306.

Heißwassergeräte. 306.

Tauchsieder-Gebrauchsmuster mit zu geringer Erfindungshöhe. Stort. 387.

Elektroden - Durchlauferhitzer - Anlage für 6000 kW Höchstleistung. 433.

Große Elektrokessel für die Erzeugung von Betriebsdampf in Italien. Nach A. Brambilla. 487.

Heißwasserspeicher auf der Leipziger Messe. 557.

Kochgeräte und Speicher. (VDE-Bericht). 712.

— Raumheizung.

Elektrische Heizung in Gärtnereien. 85.

Strahlsonne. 306.

Wärmespeicheröfen. 306.

Zimmeröfen. 306.

Elektr. Hausinstallation. Nach E. H. W. Banner. 351.

Internationale Zugheizung. 651.

— Kühlanlagen.

Die Empire-Schwimmhalle in London. 61.

Kühlautomaten und Kühlanlagen. 189.

Schaltung von periodisch arbeitenden Absorptionskühlschränken unter besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Tarifformen. P. Scholl. *227.

Kühlschrank „Santo-Junior". 247.

Kompressionskühlschrank. 248.

Die Anwendung des Geräuschmessers bei der Entwicklung und Herstellung elektr. Kühlschränke. Nach W. E. Johnson. 546.

Kühlschrank mit Schwingmotorantrieb. 565.

Kühlschränke. (VDE-Bericht). 712.

— Zündung.

Elektr. Zünder. 266.

— Verschiedene Heizeinrichtungen.

Elektrische Heizung in Gärtnereien. 85.

Elektr. Heizung eines Gasbehälters. 215.

Ein Sicherheits-Heizkissen. 405.

Neue Regelung für Heizkissen. 558.

Das künstliche Trocknen von Grünfutter. Nach Edholm. 651.

Holztrocknung mit Hochfrequenz. 746.

— Temperaturregler.

Neue Regelung für Heizkissen. 558.

Ein neuer lichtelektr. Temperaturregler. Nach B. Lange u. E. Voos. 620.

Nach dem Fallbügelprinzip arbeitende Temperaturregler. 713.

Elektrische Öfen.

— — Allgemeines.

Die elektrochemische Fabrik von Porto-Marghera der Gesellschaft San Marco. Nach R. Sevin. 66.

Die Verwendungsmöglichkeiten der Induktionsheizung ohne Eisenschluß. Nach W. Fischer. 104.

Elektroöfen auf der Leipziger Messe. 558. 563.

Wärmetechnik.

— — Schmelzöfen.

Hochfrequenz-Schmelzöfen von je 4 t festem Einsatz. 40.

Neue Bauarten von Wirbelstromöfen. 58.

Über den Ajax-Induktionsofen-Bau. 113.

Zusammenarbeiten von Kupolofen und elektr. Ofen in der Tempergießerei. 114.

Das Fassungsvermögen elektr. Schmelzöfen. 131.

Starkstrom-Kondensatoren für Hochfrequenz-Schmelzöfen. 178.

Elektr. Öfen in einer mechanisierten Metallgießerei. 210.

Im elektr. Ofen behandeltes Roheisen. Nach A. Le Thomas. 211.

Ein elektr. Strahlungsofen mit Kohlewiderständen. Nach H. Georges u. D. Delpech. 405.

Elektr. Schmelzofen in Rußland. Nach Morosenski. 405.

Abbrandverhältnisse in basischen Lichtbogen-Elektrostahlöfen. Nach E. Pakule u. K. Rudnick. 436.

Die Erzeugung von Schwarzguß im elektr. Ofen. Nach M. Guédras. 437.

Der Hochfrequenz-Induktionsofen in der Gießerei. Nach L. Leprévost. 437.

Lichtbogen-Reduktionsöfen für die Herstellung von Eisenlegierungen aus Erzen. Nach M. Kauchtschischwill. 569.

Lichtbogen- und Induktionsschmelzöfen (VDE-Bericht). 713.

— — Glühöfen.

Aus der Praxis der Vergütung in Elektroöfen. W. Prütz. *11.

Gerät zur Messung der Wärmedehnungszahl von Glas und Metall. Nach E. E. Burger. 59.

Schacht- und Kammeröfen mit Luftumwälzung. 242.

Beeinflussung der Wärmeübertragung in Widerstandsöfen. 649.

— Schweißen.

Selbsttätige Universal - Widerstandsschweißmaschine für 25 000 mm² Querschnitt. 17.

Die Prüfung der elektrochemischen Korrosion elektr. Schweißungen. 66.

Stapellauf des turbo-elektr. Fahrgastschiffes „Potsdam". 74.

Spannungen und Schrumpfungen beim elektr. Bogenschweißen. Nach E. H. Schulz u. W. Püngel. Von J. C. Fritz. 111.

Vollselbsttätige Rohrschweißmaschine. 111.

Eine Schweißmaschine für 10 000 mm² Querschnitt. 170.

Der Sinn und die Vorteile der Automatisierung elektr. Schweißmaschinen. W. Kürschner. *229.

Naht- und Punktschweißmaschine mit Gittersteuerung. 311. B 368.

Der größte Mehrstellen-Schweißumformer. 328.

Elektr. Elektrodenschweißung. 409.

Überzüge für Schweißdrähte. 445.

Elektroschweißung im Automobilbau. 507.

Elektroschweißung auf der Leipziger Messe. 558. 564.

Digitized by Google

Wärmetechnik.

Schweißung von Drähten mittels Kondensatorenentladung. O. Zdralek u. J. Wrana. *579.

Schweißvorrichtungen (VDE-Bericht). 713.

— **Löten.**

Ein elektrischer Lötofen. 130.

Elektr. Lötkolben. 242.

Lötmittel. 242.

Warmwasserbereitung s. Wärmetechn.

Waschmaschine s. Maschinenantrieb.

Wasserkraft s. Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft.

Wasserturbinen.

Wasserturbinen und hydraulische Ausrüstungen. 161.

Wechselrichter s. Gleichrichter.

Wechselschaltung s. Installationswesen.

Wechselströme s. Theor. Elektrot.

Weichen s. Signalwesen.

Wellenausbreitung s. Funkwesen.

Werbung (s. a. Ausstellungen, Elektrizitätswerke, Fernsprechwesen, Lichttechnik).

Lichttechnische Werbung und Schulung. Die Tätigkeit der AFE. Nach W. Leroi. 16.

Werkstatt (s. a. Maschinenantrieb, Wärmetechnik).

Die dielektrische Verfolgung des Trocknungs- und Imprägnierungsprozesses bei Papier. E. Waldschmidt. *83.

Die Erholung metallischer Werkstoffe von den Folgen der Kaltbearbeitung. Nach G. Tammann. 134.

Herstellung der Preßteile. W. Schramm. *274.

Werkstoffe s. Stoffkunde.

Werkzeuge s. Maschinenantrieb.

Wicklungen s. Elektr. Maschinen, Meßkunde, Transformatoren.

Widerstände s. Meßkunde, Regelung, Theoret. Elektrot.

Wind s. Meßkunde.

Windkraft s. Elektrizitätswerke.

Winker s. Automobile.

Wirbelströme s. Magnetismus.

Wirkungsgrad s. Elektr. Maschinen.

Wirtschaft s. Ständischer Aufbau u. Abt. A V, Geschäftl. Mitt.

Wirtschaftlichkeit s. Bahnbau, Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft.

Zähler s. Meßkunde.

Zeit s. Meßkunde.

Zeitschriften s. Abt. A III, Literatur.

Zentrifugen s. Maschinenantrieb.

Ziegelei s. Maschinenantrieb.

Zugbeeinflussung s. Signalwesen.

Zündung s. Wärmetechnik.

II. Persönliches.

Auszeichnungen. 119.

Hochschulnachrichten. 47. 94. 548.

Jubiläum. 414.

Büge, Max. 94.

Craemer, P. 94 (m. Bild).

Denzinger †, Ernst. 687. 746.

Dobmaier, Albert. 548.

Ebeling †, August. 94. 119 (m. Bild). B. 224.

Faßbender, Heinrich. 551.

Frisch †, Georg. 469 (m. Bild).

Germershausen †, Georg. 414 (m. Bild).

Haller †, Max. 662. 747.

Habersaat †, L. 747.

Henne, Heinrich. 119.

Hort, Wilhelm. 47.

Kummer, W. 136.

Müller, Harald. 1. Von E. Marx. 23.

Orlich †, Ernst. 333. Von H. Görges. 366 (m. Bild). 467.

Paul, Fritz. 414.

Pol †, B. van der. 747.

Pupin †, Michael. Von W. Rihl. 470 (m. Bild).

Rehmer †, Martin. Von Adolph. 334 (m. Bild).

Roderbourg, Carl. 574.

Russ †, Emil Friedrich. 389 (m. Bild).

Schreiber, Albert. 414.

Stinner. 626.

Ulmann, Eduard. 142 (m. Bild).

Usbeck, W. 574.

Weger. 656.

Werner, Heinrich. 494.

Zahm jr., Clemens. 494.

Zehme, E. C. 1.

III. Literatur.

Verschiedenes.

Eingegangene Doktordissertationen. 24. 48. 72. 95. 144. 368. 448. 552.

Ausstellung deutscher Zeitschriften in Coimbra. 117.

Elektrotechnische Zeitschrift (ETZ).

Mitteilung betr. Schriftleitung der ETZ. 1.

Messeheft 1935 der ETZ. 20.

ETZ-Einbanddecken 1934. 46. 70. 118.

Sonderhefte der ETZ. 66.

Branchenregister. 268.

Der Telefunken-Peiler. Von H. Maurer. 23.

Hütte. Von Przygode. 663.

Karte der Elektrizitätskonzerne Deutschlands. Von Thierbach. 414.

Karte und Verzeichnis der Hochspannungsleitungen. Von H. Hasse. 448.

Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt Bd. XVII. Von H. Decker. 447.

Regeln für Abnahmeversuche an Dampfturbinen. Von G. Frantz. 414.

Transactions of the World Power Conference. Von F. Meißner. 415.

Adams, A. S., s. Loeb, L. B.

Anders, G., W. Hagemann u. P. Neumann, Funktechnik in Frage und Antwort. Von O. Burchardt. 663.

Barkhausen, H., Lehrbuch der Elektronenröhren u. ihrer techn. Anwendungen, Bd. 2 u. 3. Von L. Pungs. 334.

Billiter, J., Prinzipien der Galvanotechnik. Von G. Eger. 526.

Bock, R., s. Schiebel †, A.

Bolz, G., s. Moeller, F.

— W., Krupp-Siemens Nebenerwerbs-Siedlungen für Kurz- und Vollarbeiter. Von H. Dieterlein. 71.

Bradtke, F., s. Gröber, H.

Brüche, E., u. O. Scherzer, Geometrische Elektronenoptik. Von A. Sommerfeld. 119.

Curchod, A., Reseaux de distribution d'énergie électrique. Von W. Gosebruch. 575.

Davis, A. H., Modern Acoustics. Von E. Lübcke. 495.

Debye, P., Struktur der Materie. Von W. Bauer. 415.

Dingler, H., Die Grundlagen der Geometrie. Von H. Kafka. 47.

Dubbel, H., Taschenbuch für den Maschinenbau. Von Przygode. 415.

Dufais, W. v., Die Grundzüge des Selbstanschluß-Betriebes. Von A. Krämer. 574.

Engel, H.-G., u. K. Winter, Rundfunk ohne Störungen. Von K. Mühlbrett. 471.

Fechner, H., s. Hofmann, A. C.

Frank, Ph., u. v. Mises, R., Die Differential- und Integralgleichungen der Mechanik und Physik. Von Hamel. 747.

Freiberger, H., Der elektr. Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom. Von Alvensleben. 447.

Frenz, G., u. E. Gobbers, Erfolgreiche Betriebswirtschaft. Von O. Knoop. 47.

Friedrich, A., Elektrizitäts-Jahrbuch 1934. Von B. Thierbach. 367.

Gobbers, E., s. Frenz, G.

Gröber, H., u. F. Bradtke, H. Rietschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik. Von A. Hermanni. 527.

Großmann, E., H. Martin u. H. Schmidt, Handbuch der Experimentalphysik, Bd. 17, Tl. 1. Herausg. v. W. Wien † u. F. Harms. Von W. Späth. 495.

Grotrian, W., u. A. Kopff, Zur Erforschung des Weltalls. Von E. Orlich. 47.

Grötsch, R., Flugfunkpeilwesen und Funknavigation. Von K. Mühlbrett. 390.

Grün, K., Dampfkessel-Speisepumpen. Von A. Zinzen. 223.

Digitized by Google

Hagemann, W., s. Anders, G.
Hanner, J., Handbibliothek für Bauingenieure, 1. Tl., 3. Bd. von Weihe †. Herausg. v. R. Otzen †. Von G. Haberland. 664.
Happach, V., Technisches Rechnen. Herausg. v. E. Simon. Von B. Buxbaum. 390.
Harms, F., s. Großmann, E.
— F., s. Wien †, W.
Hermanns, H., Auslands-Werkstoffdienst AWD. Von A. Krüger. 496.
Heys, J. W. van, Was jeder Deutsche von der Windkraft wissen muß. Von G. Rasch. 335.
Hinzmann, R., Nichteisenmetalle. Von F. Walter. 120.
Hofmann, A. C., Sender-Praktikum. M. e. Geleitw. v. H. Fechner. Von O. Burchardt. 448.
Holluta, J., Die technischen Anwendungen der physikalischen Chemie. Von Eger. 663.

Kappelmayer, O., u. J. Schneider, Das neue Radio-Bastelbuch und Rundfunk-Praktikum. Von K. Mühlbrett. 71.
Kehse, W., Der praktische Transformatorenbau. Von A. L. Müller. 446.
Klein, P. E., Transformatoren und Drosseln. Von K. Mühlbrett. 662.
Knoblauch, O., u. W. Koch, Technisch-physikalisches Praktikum. Von W. Hanle. 448.
Knoll, M., F. Ollendorff, R. Rompe u. A. Roggendorf, Gasentladungs-Tabellen. Von W. O. Schumann. 551.
Koch, W., s. Knoblauch, O.
Königer, R., s. Schiebel †, A.
Kopff, A., s. Grotrian, W.
Kržižanowski, G. M., s. Weitz, B.

Lenz, H., s. Wien †, W.
Loeb, L. B., u. A. S. Adams, The Development of Physical Thought. Von E. Lübcke. 415.
Lötzbeyer, Ph., Theorie und Praxis der Tafeln und des Tafelrechnens. Von F. Moeller. 71.

Martin, H., s. Großmann, E.
Meier, F. v., Die Kosten der Lichtbogenschweißung. Von J. C. Fritz. 447.
Miller, C. W., An introduction to physical science. Von E. Lübcke. 390.
v. Mises, R., s. Frank, Ph.
Moeller, F., Leitfaden der Elektrotechnik, Bd. 3. Herausg. v. G. Bolz, F. Moeller u. Th. Werr. Von C. Trettin. 143.
Morecroft, J. H., Electron Tubes and their Application. Von E. Lübcke. 415.
Moshage, J., Praktischer Rostschutz. Von A. Przygode. 120.
Mügge, Kurze Elektrizitätslehre für Funker und Fernsprecher. Von A. Krämer. 687.

Netz, H., Dampfkessel. Von A. Zinzen. 120.
Neukirchen, J., Kohlebürsten. Von M. Zorn. 747.
Neumann, P., s. Anders, G.
Ninow, E., s. Schiebel †, A.

Oberdorfer, G., Die Ortskurventheorie der Wechselstromtechnik. Von H. Kind. 494.
Ollendorff, F., s. Knoll, M.
Otzen †, R., s. Hanner, J.

Reimann, A. L., Thermionic Emission. Von E. Lübcke. 575.
Roggendorf, A., s. Knoll, M.
Rompe, R., s. Knoll, M.
Rüster, A., s. Spalckhaver, R.

Schaefer, C., Einführung in die theoretische Physik, Bd. 3, Tl. 1. Von E. Lübcke. 367.
Scherzer, O., s. Brüche, E.
Schiebel †, A., Zahnräder. Bearb. v. R. Königer, R. Bock, E. Ninow u. C. Volk. Von O. Kammerer. 552.
Schmidt, H., s. Großmann, E.
Schneider, J., s. Kappelmayer, O.
Schwandt, E., Keramische Baustoffe für die Hochfrequenztechnik. Von R. Rieke. 368.
— E., Funktechnisches Praktikum. Von K. Mühlbrett. 575.
Serafinowicz, O., Verwertung und Schutz von Erfindungen in der UdSSR. Von Kahle. 427.
Simon, E., s. Happach, V.
Spalckhaver, R., u. A. Rüster, Die Dampfkessel nebst ihren Zubehörteilen und Hilfseinrichtungen. Von H. Seidel. 143.
Stäblein, W., Die Technik der Fernwirkanlagen. Von E. Schulze. 471.

Trendelenburg, F., Fortschritte der physikalischen und technischen Akustik. Von J. Fischer. 95.

Volk, C., s. Schiebel †, A.

Waetzmann, E., s. Wien †, W.
Weihe † s. Hanner, J.
Weitz, B., Elektroenergetik der UdSSR. M. e. Einl. v. G. M. Kržižanowski. Von K. Pohl. 71.
Werr, Th., s. Moeller, F.
Wien †, W., u. F. Harms, Handbuch der Experimentalphysik, Bd. 17, Tl. 2 u. 3. Unt. Mitarb. v. H. Lenz. Herausg. v. E. Waetzmann. Von W. Bauer. 662.
—, W., s. Großmann, E.
Wigand, R., Prüfen und Messen von Röhren und Einzelteilen. Von K. Mühlbrett. 495.
Winter, K., s. Engel, H.-G.
Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, Statistischer Bericht für die Elektroindustrie. Von A. Friedrich. 748.
Wüster, E., Grundzüge der Sprachnormung in der Technik. Von Heintzenberg. 415.

Zeerleder, A. v., Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen. Von G. Masing. 663.

IV. Vereinsnachrichten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Ausschüsse.

(Änd. = Änderungen und Nachträge zu früheren Fassungen und bestehenden Bestimmungen. Entw. = vollständiger Abdruck von Entwürfen.)

Ausschuß f. Bergwerksanlagen.
VDE 0119 „Vorschr. f. d. Betr. elektr. Anlagen i. Bergwerken u. Tage (B. u. T.)". Entw. 217.
VDE 0168/1935 „Vorschr. f. Bagger, Förderger. sow. zugehörige Bahnanlagen üb. Tage u. i. Tagebau". 92.

Ausschuß für Betriebsvorschriften.
VDE 0425/19.. „Vorschr. f. Spannungssucher unter 1000 V". Entw. 549.

Ausschuß für Drähte und Kabel.
VDE 01810/1935 „Umstell-Vorschr. f. isol. Leit. i. Fernmeldeanl. U.V.F.L.". Entw. 138. Änd. 388.

Ausschuß für Explosionsschutz.
VDE 0165/1935 „Leits. f. d. Errichtung elektr. Anl. i. explosionsgefährd. Betriebsstätten u. Lagerräumen". 361.
— Einführung dazu. E. Reimann. *344.

Ausschuß f. Fernmeldetechnik.
VDE 0800/1934 „Vorschr. u. Reg. f. d. Errichtung elektr. Fernmeldeanl. V.E.F." Änd. 362. 365.
VDE 0808/1935 „Vorschr. f. dreizellige Taschenlampenbatt." Entw. 137. Gültige Fassung. 523.
Normblatt DIN VDE 1201 „Taschenlampenbatterien, dreizellig, 4,5 V". Entw. 138.

Ausschuß für Freileitungen.
VDE 0218/1927 „Vorschr. f. d. Kreuzg. v. Reichswasserstr. d. fremde Starkstromanl. W.K.V." m. Anlagen 3 u. 4. Außerkraftsetzung. 22.
Wasserstraßenkreuzungs-Vorschr. für fremde Starkstromanl. W.K.V. m. Anl. 1 u. 2. 22.
VDE 0217/1930 „Bahnkreuzungsvorschr. f. fremde Starkstromanl. B.K.V.". Änd. 45.

Aussch. f. Geräte m. Kleinstmot.
VDE 0730/1933 „Vorschr. f. Geräte m. Kleinstmotoren V.G.K.M.". Änd. 467.

Ausschuß f. Installationsmat.
VDE 0610/1928 „Vorschr., Reg. u. Normen f. d. Konstr. u. Prüfg. v. Installationsmat. bis 750 V Nennsp. K. P. I.". Änd. 656. Änd. 658.
Normblatt DIN VDE 9021 „Stahlrohre". Entw. 657.
Normblatt DIN VDE 9450 „Dreipol. Steckdose, metallgekapselt, 15 bis 100 A, 220/380 und 500 V". 362. 364.
Normblatt DIN VDE 9451 „Dreipol. Stecker, metallgekapselt, 15 bis 100 A, 220/380 und 500 V". 362. 364.

Ausschuß für Isolierstoffe.
VDE 0315/1935 „Leits. f. d. Lieferung u. Prüf. v. Preßspan". Änd. 217. Endgült. Fassg. 685.
VDE 0316/1929 „Leits. f. d. Lieferung u. Prüfg. v. Tafelpreßspan." Außerkraftsetzg. 685.
VDE 0317/1930 „Leits. f. d. Lieferung u. Prüfg. v. Rollenpreßspan. Außerkraftsetzung. 685.
VDE 0320 „Leits. f. d. Prüfung gummifreier Isolierpreßstoffe". Entw. 627.

Ausschuß für Rundfunkstörung.
VDE 0874/1934 „Leits. f. Maßnahm. a. Masch. u. Gerät. z. Vermind. v. Rundfunkstör." Änd. 332.

Ausschuß für Transformatoren.
VDE 0532 „Reg. f. d. Bewert. u. Prüf. v. Transform. R.E.T.". B. 70.

Digitized by Google

Normblätter.

DIN VDE 1201 „Taschenlampenbatterien, dreizellig, 4,5 V". Entw. 138.

DIN VDE 9021 „Stahlrohre". Entw. 657.

DIN VDE 9450 „Dreipol. Steckdose, metallgekapselt, 15 bis 100 A, 220/380 und 500 V". 362. 364.

DIN VDE 9451 „Dreipol. Stecker, metallgekapselt, 15 bis 100 A, 220/380 und 500 V". 362. 364.

DIN VDE 9800 „Hausnummernleuchten". 46.

Prüfzeichen des VDE.

Zurückziehung der Prüfzeichengenehmigung. 23.

Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens. 223. 333. 687.

Firmenkennfäden für isolierte Leitungen. 524.

Mitgliederversammlung.

Fachberichte zur VDE-Mitgliederversammlung 1935. 22. 25. 596.

VDE-Fachberichte 1934. 23.

37. Mitgliederversammlung des VDE in Hamburg vom 20. bis 23. Juni 1935. 387. 446. 549. 684.

— Einladung. 473.

Gesellschaftsfahrt zur VDE-Mitglieder-Versammlung. 627.

Entsendung von Jungingenieuren zur VDE - Mitgliederversammlung in Hamburg. 662.

Londonfahrt des Amtes für Technik der NSDAP, Gau Hamburg, vom 23. bis 27. Juni 1935. 684.

Verschiedenes.

Geltungsbeginn von VDE-Bestimmungen. 22.

ETZ-Einbanddecken 1934. 70.

Taschenordner. 70.

VDE-Vorschriftenbuch. 70. 93. 223. 268. 595. 656.

Telegrammwechsel zwischen VDE und Elektrot. Verein a. d. Saar. 73.

Fragebogen für VDE-Mitglieder. 93. 142.

Umstell-Vorschriften. 137.

Die deutschen Verbandsbestimmungen auch für deutsche Anlagen im Auslande. 200.

Deutscher Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz (DA der CIGRE). 222.

— Betr. 8. Tagung. 389.

Der Messeausschuß des VDE. 268.

Übersetzungen von VDE-Arbeiten. 365. 388.

Behördliche Kreuzungsvorschriften. 388. 413.

Neu erschienene DIN VDE-Normblätter. 493.

Neu erschienene VDE-Arbeiten. 493.

Druckfehlerberichtigung zu VDE 0001/1935. 524.

Londonfahrt des Amtes für Technik der NSDAP, Gau Hamburg, vom 23. bis 27. Juni 1935. 684.

Elektrotechnischer Verein.

Einladungen.

Ordentliche Vereinsversammlung. 215. 357. 494. 597.

— Jahresversammlung. 91.

Außerordentliche Vereinsversammlung. 91. 136. 525.

Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE). 68. 118. 328.

Fachsitzung für elektr. Nachrichtenwesen (EVN). 118.

Vortrags- und Diskussionsabend für jüngere Fachgenossen. 136.

Besichtigung des Hochspannungslaboratoriums des Transformatorenwerks der AEG in Oberschöneweide. 215.

Besichtigung der Fabrik der Deutschen Hollerith-Maschinen G. m. b. H. 467.

Festabend des Elektrotechnischen Vereins. 22. 45.

Ausflug nach Pichelswerder. 597. 629.

Sitzungsberichte.

15. V. 1934. 69.

27. XI. 1934. 687.

18. XII. 1934. 91.

22. I. 1935. 658.

29. I. 1935. (Jahresversammlung.) 328.

12. II. 1935. 468.

26. II. 1935. 357.

26. III. 1935. 467. 630.

30. IV. 1935. 597.

Vorträge.

Vortragsreihe des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule über das Thema: „Elektrische Bahnen". 21. 268.

Klement, W., Drei Jahrzehnte Installationsmaterial. 112.

Krohne, E., 50 Jahre Schaltanlagenbau der BEWAG 1884 bis 1934. *665. *736.

Lehner, F., Technische Probleme der großstädtischen Verkehrsbedienung. *673. Bespr. 687.

Norinder, H., Untersuchungen von Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen in Schweden mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. *393. Bespr. 468.

Schwenk, O., Steigerung der Ausschaltleistung von Leistungsschaltern in bestehenden Schaltanlagen. *639. Bespr. 658.

Seidelbach, R., Das Glimmteiler-Stromversorgungssystem. *299.

Willms, W., Geräuschmessungen an elektrischen Maschinen. *25. *53. Bespr. 69.

Verschiedenes.

Entsendung von Jungingenieuren zur VDE-Mitgliederversammlung in Hamburg. 662.

Gaue des VDE und fremde Vereine und Verbände.

Telegrammwechsel zwischen VDE und Elektrot. Verein a. d. Saar. 73.

Aus dem Gau Bergisch-Land. 658.

Aus dem Gau Danzig. 389.

Aus dem Gau Mittelhessen. 524.

Aus dem Gau Niedersachsen. 389. 493.

Aus dem Gau Niederschlesien. 595. 658.

Aus dem Gau Südbayern. 746.

Aus dem Gau Ostpreußen. 365. 550.

Sitzungskalender. 23. 46. 71. 94. 118. 142. 200. 223. 268. 312. 333. 366. 389. 413. 446. 469. 494. 525. 551. 574. 599. 631. 662. 687. 746.

---

25 Jahre Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke. 213.

Bildung eines Verbandes deutscher Schwachstromlampen - Fabrikanten. 387.

Versammlung der Eisenbahn-Elektroingenieure in Chicago. 408.

Aus dem Jahresbericht 1933/34 des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen. 383.

35. Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft. 213.

V. Geschäftliche Mitteilungen.

Außenhandel.

— Allgemeines.

Plan einer ständigen Ausstellung von Ausfuhrwaren aller Länder in Antwerpen. 356.

Welt-Elektro-Ausfuhr. 416.

Messe und Konjunkturlage. 566.

— Amerika.

Zur Hebung des deutschamerikanischen Warenaustausches. 336.

— Belgien.

Elektroaußenhandel 1934. 527.

— Dänemark.

Elektrotechn. Erzeugung und Elektroaußenhandel Dänemarks. 472.

— Deutschland.

Auslandslieferungen deutscher Firmen. 145.

Deutsche Wirtschaftswerbung auf ausländischen Messen. 328.

Deutscher Elektroaußenhandel (1934) 335; (1. Vierteljahr 1935) 631.

Zur Hebung des deutsch-amerikanischen Warenaustausches. 336.

Neue Devisenbestimmungen. 392.

Auslandsaufträge der Siemenswerke. 595.

Auslandsaufträge bei Osram und Lorenz. 627.

Die Entwicklung der elektrotechnischen Industrie in der letzten Zeit. *697.

— England.

Elektrotechnischer Außenhandel (Nov. 1934) 96; (Dez. 1934 u. Jahr 1934) 392.

— Frankreich.

Das Lastenheft für den Bau eines ländlichen Verteilungsnetzes in Frankreich. Nach L. Melot. 44.

Digitized by Google

Außenhandel.

— **Japan.**

Mißerfolg bei der Einfuhr japanischer Radioapparate nach Bulgarien. 328.

— **Polen.**

Die neuen polnischen Einfuhrverbote für Elektroartikel. 24.

Die polnische Elektroeinfuhr in den ersten drei Quartalen 1934. 48.

Elektroindustrie (s. a. Außenhandel, Jahresabschlüsse).

— **Allgemeines.**

Die Bilanzen der deutschen Elektro-Aktiengesellschaften vom 31. XII. 1933. 48.

Die deutsche Elektroindustrie im 4. Vierteljahr 1934. 120.

Das Wirtschaftsjahr 1934. 144.

Die Entwicklung der Beschäftigung der elektrotechnischen Industrie. 368.

Gewerbliche Betriebe und beschäftigte Personen der Elektrotechnik in den deutschen Ländern und preußischen Provinzen. 391.

Die Aktiengesellschaften der deutschen Elektroindustrie Ende 1934. 575.

Beschäftigung der deutschen Elektroindustrie im 1. Vierteljahr 1935. 688.

Die Entwicklung der elektrotechnischen Industrie in der letzten Zeit. *697.

— **Funkindustrie.**

Der Radiomarkt in Lettland. 136.

Mißerfolg bei der Einfuhr japanischer Radioapparate nach Bulgarien. 328.

Die Radio Corporation of America. 688.

— **Glühlampenindustrie.**

Bildung eines Verbandes deutscher Schwachstromlampen - Fabrikanten. 387.

Eine zweite Glühlampenfabrik in Bulgarien. 413.

— **Kabelindustrie.**

Beschränkung der Herstellung von Starkstromkabeln und isolierten Leitungen. 68.

Elektroindustrie.

— **American Telephone and Telegraph Co.** im Jahre 1934. 528.

— **Bakelite-Gesellschaft,** Jubiläum der —. 656.

— **British Electrical and Allied Manufacturers Association,** Aus dem Geschäftsbericht der — für das Geschäftsjahr 1933/34 (30. 9.). 664.

— **Deutsche Edison - Akkumulatoren-Company G. m. b. H.** (DEAC), Jubiläum. 466.

— **Hessenwerke G. m. b. H.,** Darmstadt Jubiläum. 746.

— **Ziehl-Abegg Elektrizitäts-Gesellschaft** m. b. H. in Berlin-Weißensee, 25jähriges Jubiläum. 20.

Elektrowirtschaft (s. a. Jahresberichte).

Die Bilanzen der deutschen Elektro-Aktiengesellschaften v. 31. XII. 1933. 48.

Das Wirtschaftsjahr 1934. 144.

Die Sofina im Jahre 1934. 552.

Geschäftswelt, Aus der —. 24. 48. 224. 336. 472. 552.

Jahresabschlüsse, Aus den — deutscher Elektrizitäts-Holdinggesellschaften.

Elektr. Licht- und Kraftanlagen AG. 600.

Elektricitäts-Lieferungs-Ges. 599.

Elektrizitäts-AG., vorm. W. Lahmeyer & Co. 600.

Ges. f. elektr. Unternehmungen — Ludw. Loewe & Co. AG. 600.

Jahresabschlüsse, Aus den — deutscher elektrotechn. Gesellschaften.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellsch. 390.

Ariadne, Draht- und Kabelwerke AG. 576.

Busch-Jaeger Lüdenscheider Metallwerke AG. 72.

C. J. Vogel Draht- und Kabelwerke AG. 390. 576.

Deutsche Kabelwerke AG. 576.

Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG. 576.

Elektrolux AG. 72. 576.

Jahresabschlüsse.

Hackethal, Draht- und Kabelwerke AG. 576.

Hartmann & Braun AG. 72.

Ideal-Werke AG. 576.

Kabelwerk Duisburg. 576.

Kabelwerk Reydt AG. 224.

Kabelwerk Vacha AG. 576.

Land- und Seekabelwerke AG. 72.

Langbein-Pfannhauser-Werke AG. 576.

Sachsenwerk Licht- u. Kraft-AG. 223.

Siemens-Plania-Werke AG. 224.

Siemens-Schuckertwerke AG. 390.

Siemens & Halske AG. 390.

Süddeutsche Telefon-Apparate-, Kabel- und Drahtwerke AG. 224.

Vereinigte Isolatoren-Werke AG. 576.

Vereinigte Zünder- und Kabelwerke AG. 576.

Jahresberichte, Aus den — deutscher Elektrizitätswerke.

Amperwerke Elektrizitäts-AG. 443.

Bayernwerk AG. 624.

Berliner Kraft- und Licht-AG. 443.

Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG. 443.

Elektricitätsverband Gröba. 624.

Elektricitätswerk Südwest AG. 624.

Elektricitätswerk Unterelbe AG. 443.

Elektrizitätswerk Schlesien AG. 443.

Elektrowerke AG. 624.

Großkraftwerk Franken AG. 443.

Großkraftwerk Mannheim AG. 624.

Landkraftwerke Leipzig AG. 624.

Mittlere Isar AG. 624.

Nordwestdeutsche Kraftwerke AG. 624.

Pfalzwerke AG. 443.

Preußische Elektrizitäts-AG. 443.

Überlandzentrale Pommern AG. 443.

Walchenseewerk AG. 624.

Metallpreise (4. Vierteljahr 1934) 95; (1. Vierteljahr 1935) 496.

Reichsbahn.

Stand der Eisenbahnelektrisierung in Deutschland. 688.

Stoffwirtschaft s. Abt. A1 (Stoffkunde).

Digitized by Google

B. Namenverzeichnis.

Die Verfasser von Büchern sind nicht in diesem Verzeichnis, sondern unter Abteilung A III des Sachverzeichnisses aufgeführt. Persönliche Nachrichten siehe unter Abteilung A II des Sachverzeichnisses.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung. — Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

Adolph, Martin Rehmer †. 334.
Aigner, F., u. M. J. O. Strutt, Lautstärke und Energieadditionsbeziehung. 654.
—, V., Induzierte Blitzüberspannungen und ihre Beziehung zum rückwärtigen Überschlag. *497.
Albers-Schönberg, E., W. Soyck u. A. Ungewiß, Ein Fortschritt im Aufbau keramischer Dielektriken. *226.
Albrandt, R., Ein neues halbabsolutes Meßverfahren für Hochfrequenz-Starkströme. *340.
Allibone, T. E., W. G. Hawley u. F. R. Perry, Stoßspannungsuntersuchungen mit dem Kathodenoszillographen. 441.
Alocco, G., Technik der Erzeugung von Ionenstrahlen für die Atomzertrümmerung. 570.
Alvensleben, Versuche über den elektr. Tod. Nach A. G. Conrad u. H. W. Haggard. 326.
— (Rezens.), H. Freiberger, Der elektr. Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom. 447.
Ambronn, R., Elektr. Hilfsmittel in der geophysikalischen Bodenforschung. *581.
Anderson, A. E., Quecksilber-Selbsteinschalter für Ölschalter. 618.
— C. N., Drahtloses Fernsprechen mit Schiffen in See. 439.
Andorff, F., Masselose eisengekapselte Hochspannungsschaltanlage unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung von Wasserschaltern. Vortr. *643. Bespr. 658.
Apfel, J., Verfahren zur Ermittlung der Anschlußmöglichkeit von Drehstrom-Kurzschlußankermotoren. *531.
Ardenne, M. v., Zur Elektronenoptik Braunscher Röhren. 624.
— M. v., Fremdsteuerung der Strahlbewegung beim Fernsehen mit Braunschen Röhren. 653.
Aretz, E., Vielseitig verwendbarer Schultransformator. 349.
Armbruster, F., Novotextlager. *289.
Arndt, K., Geheimmittel für Starterbatterien. *122. Brf. 574.
Arnold, A. H. M., Streuungserscheinungen bei Ringstromwandlern. 39.
Auer, R., s. Hess, V. F.
Augustin, J., Seilschwingungen bei Al-Seilen. 15.

Bab, U., Einfaches Verfahren zur Beobachtung hochfrequenter Spannungskurven. 381.
Bachmann, Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in der Provinz Schlesien. *10. Brf. 367.
— H., Stabheizkörper mit hoher Belastbarkeit. 649.
Bader, W., Wechselschaltungen, Theorie und Anwendungen. 486.
— W., Mehrfach ausgenutzte Schaltwalzen. 618.
Bahl, J., Das schnellste Fahrgast-Motorschiff. 620.
Bähr, C., Einpoliger Fernhörer. 570.
Baillay, M., u. L. Guillet, Die Erzielung glänzender Nickelüberzüge in Gegenwart von Kolloiden. 491.
Ballantine, S. Piezoelektr. Lautsprecher. 744.
Baltzer, J., Untersuchungen über Verfahren zur Synchronisierung von Pendeluhren und anderen mechanischen Schwingern. Nach M. Lavet. 508.
Banneitz, F., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Banner, E. H. W., Elektr. Hausinstallation. 351.
Barret, M., Beschleunigung der Personenzüge auf den Nebenstrecken der französischen Nordbahn. 435.
Bauder, R., s. Jauch, O.
Bauer, W. (Rezens.), P. Debye, Struktur der Materie. 415.
— W. (Rezens.), W. Wien † u. F. Harms, Handbuch der Experimentalphysik. Unt. Mitarb. v. H. Lenz. Herausg. v. E. Waetzmann. 662.
Bearce, W. D., Leichte Wagen für die Hoch- und Untergrundbahn New Yorks. 436.
Beck, H., Die dielektr. Verluste von Isolierölen bei sehr hohen Frequenzen. 385.
Beckner, L. V., s. Kirby, S. S.
Bell, E., s. Lewis, W. W.
Bellaschi, P. L., s. Meador, J. R.
Bentele, M., s. Jauch, O.
Berghahn, A., u. H. Janßen, Billige Kompensationseinrichtung zur vergleichenden Spannungswandlerprüfung bei großer Empfindlichkeit. 742.
Berthold, R. G., u. A. v. Engel, Röhrenfeinregler für Maschinen. 109.
Besig, F., Neue Untersuchungen über Elektrolyse an unterirdischen Leitungen. *481.
Besnard, L., Vollselbsttätiges elektr. Leuchtfeuer zur Flugstreckenbefeuerung. 620.
Bethenod, M. J., Empirische Formeln für den mathematischen Ausdruck einer Magnetisierungskurve. 570.
Bette, G., Ist das Lumineszenzlicht geeignet, die Glühlampenbeleuchtung zu ersetzen? 86.
Betz, H., s. Güntherschulze, A.
Bickel, St. F., Neuartige Glühkochplatte. 381.
Bilau, K., Elektrizitätserzeugung durch Riesen-Windkraftanlagen. Brf. 525.
Binder, L., Einheitskennlinie für Wechselstrom-Reihenschlußmotoren und Repulsionsmotoren. *611.
Bingel, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Blakeslee, Th. M., s. Carroll, J. S.
Blank, E., Die St.-Gotthard-Leitung. 617.
Bleicken, B., Elektrizität an Bord. *693.
Bletschacher, R., Schwingungsmessungen an Kabeln auf Eisenbrücken. 406.
Blittersdorff, W. v., Zusatzverluste von Gleichstrommaschinen. *231.
Blume, Energiewirtschaft und Kraftverkehr, neue Wege durch Elektrofahrzeuge. 493.
Bogorodizky u. Malyschew, Dielektr. Verluste in Kristallen. 384.
Bohmann, J., Untersuchung über das Verhalten von Drehstrommotoren in der Kurzschluß-Sanftanlauf („Kusa"-) Schaltung. 647.
Boekels, H., Zeigerfrequenzmesser. *205.
Borkowetz, G., u. A. Hagen, Experimentelle Untersuchungen des beim Funkpeilen störenden Nachteffekts. 489.
Born, F., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Borries, B. v., Außenaufnahme beim Kathodenstrahl-Oszillographen. 129.
Bossi s. Dudler.
Bozorth, R. M., s. Haworth, F. E.
Bradshaw, E., s. Langton, J. L.
Brambilla, A., Große Elektrokessel für die Erzeugung von Betriebsdampf in Italien. 487.
Brendlin, A., Betrieb einer Phasenschieberanlage mit ausrückbaren Kupplungen. *399.
Briebrecher, H., s. Kluge, W.
Bruckman, H. W. L., u. W. J. Reichert, Ein einfaches Gerät zur Untersuchung von Meßwandlern. *479.
— H. W. L., Geheimmittel für Starterbatterien. Brf. 574.

Digitized by Google

Brückmann, H., Modulation in der Hochfrequenztechnik. 653.
Bruncken, J., Regulierbare Drehstrommotoren. 658.
Buchholz, H., Die axialen Druckkräfte in einlagigen, eisenlosen Zylinderspulen. 571.
Buchner, H., Messung magnetischer Feldstärken mit Wirbelströmen. 515.
Burchardt, O. (Rezens.), A. C. Hofmann, Sender-Praktikum. 448.
— O. (Rezens.), G. Anders, W. Hagemann u. P. Neumann, Funktechnik in Frage und Antwort. 663.
Burger, E. E., Gerät zur Messung der Wärmedehnungszahl von Glas und Metall. 59.
Burgwin, S. L., Ein komplexer Wechselstrom-Kompensator. 591.
Bürklin, A., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Buttolph, L. J., Kleine Quecksilberdampflampen in Gleichrichterschaltung. 487.
Buxbaum, B. (Rezens.), V. Happach, Technisches Rechnen. Herausg. v. E. Simon. 390.

Campbell, E. M., s. Macdonald, P. A.
Cardon, M., Die Wirtschaftlichkeit der Elektrisierung der Schwedischen Staatsbahnen. 382.
Carroll, J. S., B. Coppens u. Th. M. Blakeslee, Koronaversuche an Leitungen von 35,5 mm Dmr. 323.
Churcher, B. G., Subjektive und objektive Geräuschmessung bei elektr. Maschinen. 546.
Clardy, Neuer Triebwagen der Straßenbahn Chicago mit Nutzbremsung. 62.
Claus u. Kohlitz, Elektr. Flugzeuggerät zur Feststellung und Ausmessung thermischer atmosphärischer Störungen. 651.
Clemens, O., Die heutigen Akkumulatoren. *49.
— O., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Coehn, A., u. W. Ziegler, Eine unipolare Form der Gleitkorona. 204.
Collins, H. W., Stromstärkenmessung an Überspannungsableitern. 110.
Compton, A. H., Verbessertes Meßgerät für kosmische Strahlung. 316.
Conrad, A. G., s. Alvensleben.
Cozzens, B., s. Carroll, J. S.
Curtis, H. L. u. R. W., Absolute Bestimmung des Ampere. 624.
Cymboliste, M., Haften von galvanischen Niederschlägen. 656.
Czerny, M., Messung kleiner Ausschläge bei der Lichtzeigerablesung. 619.

Dallmann, H., Die Auslegung der Wicklung von empfindlichen Meßgeräten. *400.
— H., Die Wiedergabe der Lastkurve durch Mittelwert bildende Meßgeräte. 515.
Dänzer, H., Über das Verhalten biologischer Körper im Hochfrequenzfeld. 445.
Davies, L. J., s. Maxted, R.
Deaglio, R., Eine neue italienische Fernschreibmaschine. 19.
— R., s. Perucca, E.
Debye, P., Hochfrequenzverluste und Molekülstruktur. 490.
Decker, H. (Rezens.), Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt Bd. XVII. 447.
Defour, A., Elektrisierung der Bretagne und Normandie. Ist sie mit Flutwerken möglich? 430.
Delpech, D., s. Georges, H.
Dennhardt, Über Störempfindlichkeit von Empfangsanlagen und ihre quantitative Beurteilung. 465.
De Shazo, J. S., s. Dunkle, W. F.
Dieterlein, H. (Rezens.), W. Bolz, Krupp-Siemens Nebenerwerbs-Siedlungen für Kurz- und Vollarbeiter. 71.
Dittrich, F., Über Schutzleiter für Schutzschaltung. *585.
Dohmen, K., u. G. Pleuger, Technik und Wirtschaftlichkeit des Ausgleichs in Fernsprechkabeln. 438.
Drake, C. W., Gleichlaufanordnungen für elektromotorische Antriebe. 623.
Drobka, P., Selbsttätig arbeitende Gleichrichter-Ladeanlagen für Fahrzeugbatterien. *233.
Druey, W., Generatorregelung mittels Elektronenröhren. 461.
Dudler u. Bossi, 8600-kVA-Frequenzumformergruppe mit Schlupfreglung im Unterwerk Seebach der Schweizerischen Bundesbahnen. 132.
Dumas, J., Das Kraftwerk St. Denis II. 208.
d'Unienville, M. M., Elektr. Insektenfallen. 683.
Dunkle, W. F., u. J. S. De Shazo, Die Bestimmung des Fehlerortes bei Erdschlüssen. 86.

Eckardt, A., s. Kossel, W.
Eckart, G., Der Frequenzgang des Wirkungsgrades eisengeschlossener Transformatoren. 486.
Edholm, Das künstliche Trocknen von Grünfutter. 651.
Edler, R., Sparmagnete für Gleichstromschütze. 39.
Eger, G. (Rezens.), J. Billiter, Prinzipien der Galvanotechnik. 526.
— (Rezens.), J. Holluta, die technischen Anwendungen der physikalischen Chemie. 663.
— G., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Eggenberger, H., Die Stromversorgung der Schweizerischen Bundesbahnen. 62.
Emmerling, A. A., Genaue Wirkungsgradbestimmung bei Motoren. 460.
Ende, W., Ein neuer Ultravioletts trahler. 648.
Engel, A. v., s. Berthold, R. G.
Eucken, A., u. F. Förster, Direkte Ermittelung der freien Weglänge der Elektronen in Metallen. 593.

Farell, J. J., Die amerikanische Rund funk-Sendestelle KOA. 410.
Féry, C., Akkumulator mit negativer Zinnplatte. 116.
Feuerhahn, M., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Fischer, J. (Rezens.), F. Trendelenburg, Fortschritte der physikalischen und technischen Akustik. 95.
— J., Empfindlichkeit und Bemessung der Wheatstoneschen Brückenschaltung. 380.
Fischer, J., Einige Eigenschaften einfacher elektr. und mechan. Schwingungssysteme und ihre Kennzeichnung. 441.
— W., Die Verwendungsmöglichkeit der Induktionsheizung ohne Eisenschluß. 104.
Förster, F., s. Eucken, A.
— W., Zur Frage der Umgestaltung von Wanderwellen durch Korona. *530.
Försterling, K., s. Kenrick, G. W.
Foust, C. M., s. Lewis, W. W.
Franck, S., Stauboberflächenbewegungen in elektr. Feldern. 213.
Frantz, G. (Rezens.), Regeln für Abnahmeversuche an Dampfturbinen. 414.
Freytag, H., Zur Messung kleiner Widerstände mittels des Kompensationsapparates. *128.
— H., Die Gleichstrom-Regelkurve des Ohmschen Spannungsteilers. *457.
Friedrich, A. (Rezens.), Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, Statistischer Bericht für die Elektroindustrie. 748.
Fritsch, O., Rundfunkempfang im Bergwerk. 410.
— V., Ausbreitung elektromagnetischer Felder längs Flußläufen. 133.
Fritz, C. F. (Rezens.), F. v. Meier, Die Kosten der Lichtbogenschweißung. 447.
— J. C., Spannungen und Schrumpfungen beim elektr. Bogenschweißen. Nach E. H. Schulz u. W. Püngel. 111.
Fuchs, I., s. Hals, J.
Furkert, W., Die Beeinflussung des Rundfunkempfanges durch Hochspannungsisolatoren. *449.

Gabor, D., Die Ausbildung der Maxwellverteilung im Langmuirschen Plasma. 355.
Gemant, A., Elektrische Eigenschaften von gedehntem Gummi. 19.
Georges, H., u. D. Delpech, Ein elektr. Strahlungsofen mit Kohlewiderständen. 405.
Gerlach, W., u. K. Siebertz, Die Farbe von Edelgas-Quecksilberlampen. 592.
Gewecke, J., Motorschutz im Aussetzbetrieb mittels thermischer Auslöser. 652.
Geyger, W., Nullpunktverlegung bei Doppelspulinstrumenten. 485.
Gilchrest, G. I., Die Rundfunk-Störfähigkeit von Isolatoren. 460.
Gilkeson, C. L., u. A. J. Hanks, Schutzwirkung des Kabelmantels von Fernmeldekabeln gegen Starkstrombeeinflussung. 114.
Gladenbeck, F., Drahtfunk. Vortr. *121.
— F., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
— F., Das Fernmeldewesen im zweiten Halbjahr 1934. *725.
Glathe, W., Künstlerische und lichttechnisch richtige Gestaltung des neuzeitlichen Beleuchtungskörpers. Vortr. 487.
Goldman, St., Ultraschallmethode zur Bestimmung der Richtcharakteristiken von Schalltrichtern. 488.
Görges, H., Ernst Orlich †. 366.
Gosebruch, W., Meereskraftwerke. 513.
— W. (Rezens.), A. Curchod, Réseaux de distribution d'énergie électrique. 575.
Gröbl, Seilschwingungen bei Al-Seilen. 15
Grocholski, A., Zeichnerische Ermittlung der Wirkungsgrad-Kennlinie aus der Kennlinie der zugeführten und abgegebenen Leistung. *125.
Groß, I. W., s. Lewis, W. W.
Grunert, A., W. Hersenbruch u. K. Schichtel, Chrom-Aluminium-Eisen-Legierungen für hohe Temperaturen. 744.

Digitized by Google

Grünewald, H., Die Berechnung dreipoliger Dauerkurzschlüsse in verbundgespeisten Netzen bei Berücksichtigung der Vorbelastungen. *33.
Gudden, B., s. Meißner, A.
Guédras, M., Die Erzeugung von Schwarzguß im elektr. Ofen. 437.
Guillet, L., s. Baillay, M.
Gumm, L. M., Zwillingsmotoren-Antriebe für Walzwerke. 63.
Guntherschulze, A., u. H. Betz, Die Konstanz der Dielektrizitätskonstanten bei extrem hohen Feldstärken. 20.

Haberland, G. (Rezens.), J. Hanner, Handbibliothek für Bauingenieure, 1. Tl., 3. Bd. von Weihe †. Herausg. v. R. Otzen †. 664.
Hagen, A., s. Borkowetz, G.
— C., Das Einfadenelektrometer als Frequenzschwankungsanzeiger. 648.
Hagenguth, J. H., s. McMorris, W. A.
Haggard, H. W., s. Alvensleben.
Hak, J., Gegeninduktivität von zwei kreisförmigen Stromkreisen in beliebiger gegenseitiger Lage. 42.
— J., Behandlung von Abschirmungsaufgaben durch ein Näherungsverfahren. 87.
— J., Zur Berechnung von Schaltvorgängen mit nicht konstanter Induktivität. 114.
— J., Abschirmung von eisenlosen Spulen durch Platten und geschlossene Gefäße. 386.
— J., Genaue Berechnung von eisenlosen Zylinderspulen. 744.
Hals, J., u. I. Fuchs, Echos mit langer Laufzeit. 521.
Hameister, G., Die Berechnung des Kurzschlußstromes in Hochspannungsnetzen. *669.
Hamel (Rezens.), Ph. Frank u. R. v. Mises, Die Differential- und Integralgleichungen der Mechanik und Physik. 747.
Hammel, S., Leitungsbauten in Oberägypten. *587.
Hanks, A. J., s. Gilkeson, C. L.
Hanle, W. (Rezens.), O. Knoblauch u. W. Koch, Technisch-physikalisches Praktikum. 448.
Happold, H., Frequenzumformer zur elastischen Kupplung von Drehstromnetzen mit Einphasen-Bahnanlagen. 746.
Harbich, H., Die Lissaboner Tagung des CCIR. *80.
— Tagung der Meß-Sachverständigen des Rundfunk-Störungsausschusses (CISPR) der Internationalen Elektrotechn. Kommission (IEC) vom 3. bis 11. XII. 1934 in Berlin. 409.
Hartmann, F., Haushalttarife in Frankreich. 20.
Hasché, E., Hochempfindliches Röhrenelektrometer. 648.
Hasse, H. (Rezens.), Karte und Verzeichnis der Hochspannungsleitungen. 448.
Hawley, W. G., s. Allibone, T. E.
Haworth, F. E., u. R. M. Bozorth, Der Schroteffekt in Isolatoren. 490.
Heer, L., s. Thoma, H.
Heine, K., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Heintzenberg (Rezens.), E. Wüster, Grundzüge der Sprachnormung in der Technik. 415.
Heisenberg, W., Zur Theorie des Ferromagnetismus. Vortr. 624.
Heller, F., Zusätzliche Momente beim Anlauf von Käfigankermotoren. 486.
Henderson s. James, S.
Henry, R. T., s. Johnson, J. A.
Hergt, F., Elektrizitätswirtschaft und Saarrückgliederung. *73.
Hermanni, A., Elektrotechnische Erzeugnisse aus Kunstharz-Preßstoffen und ihre Konstruktion. *278. B. 312.
Hermanni, A. (Rezens.), H. Gröber u. F. Bradtke, H. Rietschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik. 527.
Herr, A., Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoffdurchstrahlung. *425.
Herrmann, A., Zur Theorie der Ortskurven. 465.
Hersenbruch, W., s. Grunert, A.
Hess, V. F., Neue Messungen der kosmischen Ultrastrahlung in großen Höhen. Nach E. Regener, G. Pfotzer, R. Auer u. H. Hoerlin. 212.
Heyne, H., u. W. Reiche, Ein Hochspannungs-Prüffeld in Dänemark. *297.
Hickman, C. N., Ein akustisches Spektrometer. 440.
Hierholzer, A., Die selbsttätigen Schalteinrichtungen auf der Eisenbahnstrecke Orléans—Tours. *402.
Hillebrand, W. A., u. C. J. Miller, Feuchte, verschmutzte Oberfläche von Hochspannungsisolatoren als Ursache von Rundfunkstörungen. 459.
Hinzpeter, A., Elektrostatisches Induktionselektrometer für hohe Gleichspannungen und kleine Spannungsänderungen. 406.
Hofer, K., Neuzeitliche Speisewasseraufbereitung. 379.
Hoffmann, F., u. A. Schulze, Schmelzpunkte einiger Chrom-Eisen-Widerstandslegierungen. 626.
Holling, Elektr. Ausrüstung der Schleusen am Untermain. 743.
Holm, R., Über elektrische Kontakte. *537.
Hommel, G., Leistungsbegriffe und Leistungsfaktor bei ein- und mehrphasigen Wechselströmen. 463.
Hope-Jones, F., Schiffsuhren mit nautischer Zeitangabe. 492.
Höpfner, K., Neues Leitungsystem für Übertragung sehr breiter Frequenzbänder und für Mehrfach-Fernsprechen. 653.
— K., Ausschußtagungen des CCIF. 654.
Hoerlin, H., s. Hess, V. F.
Hoerner, K., Die Darstellung elektr. Schaltungen. *317.
Hubrig, F., Das Elektrofahrzeug im Dienste der Deutschen Reichspost, seine verkehrs- und volkswirtschaftl. Bedeutung. Vortr. *612. Bespr. 630.
Hudec, E., Die Bildfehler beim Fernsehen mit Braunschen Röhren und ihre Behebung. *28.
Humburg, K., u. H. Voigt, Das Stromdiagramm der Asynchronmaschine. 741.
Hunt, L. F., u. A. A. Kroneberg, Aus der Praxis amerikanischer Leitungschutztechnik. 429.
Hueter, E., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.

Iltgen, E., Hochspannungsmasten mit schwenkbaren Auslegern. 348.

Jacobi, W., Über Gleitentladungen bei Wechselspannungen (Kreisfunken). 115.
James, S., u. Henderson, Arbeits- und Leistungsmessung in englischen Großkraftwerken. 347.
Janßen, H., s. Berghahn, A.
Jauch, O., R. Bauder u. M. Bentele, Das Dielektrikum von Elektrolytkondensatoren. 619.
Jeljinek, St., Der elektr. Tod. Brf. 471.
Jensen, J. C., Kugelblitze. 440.
Johnson, J. A., u. R. T. Henry, Die Grundlagen für den Entwurf elektr. Versorgungsnetze. 129.
— R., Einlaufbauwerke für kleine Wasserkraftanlagen. 107.
Johnson, W. E., Die Anwendung des Geräuschmessers bei der Entwicklung und Herstellung elektr. Kühlschränke. 546.
Jost, R., Fernschreibverkehr bei den Siemens-Firmen. 489.

Kaden, H., Die Flußverdrängung in Eisenblechen in Wechselwirkung mit einem Luftspalt. 60.
— H., Über den Verlustwiderstand von Hochfrequenzleitern. 440.
Kafka, H. (Rezens.), H. Dingler, Die Grundlagen der Geometrie. 47.
Kahle, Londoner Konferenz zur Revision des Unionsvertrages. Nach Klauer. 21.
— (Rezens.), O. Serafinowicz, Verwertung und Schutz von Erfindungen in der UdSSR. 527.
— Die Elektrotechnik in der Statistik des Reichspatentamts für das Jahr 1934. 573.
— Gewerblicher Rechtsschutz in der Sowjet-Union. 595.
Kammerer, O. (Rezens.), A. Schiebel, Zahnräder. Bearb. v. R. Königer, R. Bock, E. Ninow u. C. Volk. 552.
Kauchtschischwill, M., Lichtbogen-Reduktionsöfen für die Herstellung von Eisenlegierungen aus Erzen. 569.
Keinath, G., Belastung von Schiebewiderständen. *99.
— G., Dielektr. Verluste in Wechselstrom-Generatoren. 567.
Keller, Nach unten strahlende tragbare Mannschaftslampe. 353.
Kelsall, G. A., Änderung der Permabilität bei Wärmebehandlung im magnetischen Feld. 489.
Kemmelmeier, A., u. W. Semmler, Die Fernmeßanlage des Fränkischen Überlandwerks A.G., Nürnberg. *235.
Kempe, R., Das Hochspannungs- und Hochleistungsprüffeld der ASEA. 115. B. 416.
Kenrick, G. W., H. E. Paul, K. Försterling u. H. Lassen, Untersuchungen über die Heavisideschicht. 355.
Kersten, M., Neue magnetische Werkstoffe für die Fernmeldetechnik. 63.
Kesselring, F., u. F. Koppelmann, Das Schaltproblem der Hochspannungstechnik. 65.
Kiel, Lager aus Kunstharz-Preßstoff an Stelle von Metall- und Pockholzlagern. 655.
Kind, H. (Rezens.), G. Oberdorfer, Die Ortskurventheorie der Wechselstromtechnik. 494.
Kirby, S. S., L. V. Berkner u. D. M. Stuart, Untersuchungen über die Ionosphäre. 623.
Kirch, E., Getränkte Papierisolation, besonders Kabelisolation, bei hoher Gleichspannung. 617.
— G., Ein neuer 200 MVA-Expansionsschalter Reihe 20. *293.
Klammroth, H., Chemische Untersuchungen an Siliziumkarbid-Heizleitern. 515.
Klauer s. Kahle.

Digitized by Google

Klement, W., Drei Jahrzehnte Installationsmaterial. Vortr. 112.
Klewe, H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Kloß, M., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Kluge, W., u. H. Briebrecher, Über die Schaltungen von Photozelle und gittergesteuerter Entladungsröhre. *731.
Knab, O., Das Brünner Kraft-Fernheizwerk. *345.
— O., Die öffentl. Stromversorgung Mähren-Schlesiens ČSR. *588.
Knoll, M., u. J. Schloemilch, Elektronenoptische Stromverteilung in steuerbaren Elektronenröhren. 87.
Knoop, O. (Rezens.), G. Frenz u. E. Gobbers, Erfolgreiche Betriebswirtschaft. 47.
Koch, W., u. H. Maaß, Verbesserte Rundfunk-Störschutzschaltungen. 410.
Kofler, Selbsttätige Zugsicherung. 407.
Kohlitz s. Claus.
Konrad, Dampf, Elektrizität oder Brennkraft im Eisenbahnbetrieb. 595.
Koppelmann, F., Bemerkungen zum Durchschlag flüssiger Isolierstoffe. 42.
— F., s. Kesselring, F.
Koeppen, S., Der elektr. Tod. Brf. 471.
Korach, M., Ein neues Isolatorenporzellan. 522.
Korb, A., Der Einfluß des Eisens auf die radialen Stromkräfte bei Transformator-Röhrenspulen. 61.
Körfer, C., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Körmöczi, E., Der elektr. Tod. Brf. 470.
Körner, J., Entwicklungslinien und Vorschläge für die Stockholmer Straßenbahn. 434.
Kossel, W., u. A. Eckardt, Vakuumentladungen mit innerer Hochspannungsquelle. 386.
Kramer, J., Nichtleitende Metallmodifikationen. 385.
Krämer, A. (Rezens.), W. v. Dufais, Die Grundzüge des Selbstanschluß-Betriebes. 574.
— A. (Rezens.), Mügge, Elektrizitätslehre für Funker und Fernsprecher. 687.
— W., Der läufergespeiste kompensierte Drehstrommotor als idealer Synchronmotor. Brf. 95.
Krebs, E. W., Neue polumschaltbare Wicklung. 348.
Krohne, E., 50 Jahre Schaltanlagenbau der BEWAG 1884 bis 1934. Vortr. *665. *....
Kroneberg, A. A., s. Hunt, L. F.
Krüger, A. (Rezens.), H. Hermanns, Auslands-Werkstoffdienst AWD. 496.
Kubbe, K., Gleichrichter für selbsttätige Ladung von Elektrofahrzeug-Batterien. Brf. 551.
Kübler, E., Stromverdrängung bei Doppelstableäufern. *637.
Kühn, E., Korona- und Isolatorenverluste bei hoher Gleichspannung in Abhängigkeit von der Witterung. *609.
Kumlik, L., Kurzschlußerwärmung von Kabeln. *729.
Küpfmüller, Neuere Entwicklung der elektr. Nachrichtentechnik. Vortr. 365.
Kürschner, W., Der Sinn und die Vorteile der Automatisierung elektr. Schweißmaschinen. *229.
Kußmann, A., s. Steinhaus, W.
Kyser, H., Die Saaletalsperre. *38.
Lange, B., u. E. Voos, Ein neuer lichtelektr. Temperaturregler. 620.
Langton, J. L., u. E. Bradshaw, Rundfunkstörungen durch Überschläge an Hochspannungsisolatoren. 325.
Larché, K., Lichterzeugung durch Leuchtphosphore. 649.
Lassen, H., s. Kenrick, G. W.
Lattmann, M., u. H. Salinger, Über die gleichzeitige Erregung von zwei Frequenzen in einer Röhre. 547.
Laurick, H., Installation von Beleuchtungsanlagen. 40.
Lavanchy, Ch., Berechnung von Hochspannungsnetzen. 568.
Lavet, M., s. Baltzer, J.
Leder, W., Der Elektromotor im Ziegeleibetriebe. 127.
Lehner, F., Technische Probleme der großstädtischen Verkehrsbedienung. Vortr. *673. Bespr. 687.
Leprévost, L., Der Hochfrequenz-Induktionsofen in der Gießerei. 437.
Leroi, W., Lichttechnische Werbung und Schulung. Die Tätigkeit der AFE. 16.
Lesch, Die neuere Entwicklung des elektromotorischen Antriebes in der Industrie. 550.
Le Thomas, A., Jm elektr. Ofen behandeltes Roheisen. 211.
Lewis, W. W., u. C. M. Foust, E. Bell, Ph. Sporn u. I. W. Groß, Amerikanische Gewitteruntersuchungen in Hochspannungsnetzen. 108.
Leysieffer, Die wirtschaftliche Bedeutung der Verwendung von Preßstoffen. *288.
Lieber, N., Ein Beitrag zur Aufnahmetechnik des Kathodenstrahl-Oszillographen bei der Untersuchung von Höchstspannungs-Stoßanlagen. *633.
— N., Untersuchung von Hochspannungs-Stoßanlagen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen zur Erzeugung normgerechter Spannungstöße. 654.
Liempt, J. A. M., v., u. J. A. de Vriend, Die Schmelzzeit dünner Schmelzsicherungen. 593.
Lindwall, F. C., Neuartiges Anemometer. 349.
Liston, J., Zugtelephonie. 41.
Lockemann, W., Über Wirbelströme und magnetische Nachwirkung in Eisenblechen. 19.
Look, O. H., Resonanz zwischen Mast- und Leitseilschwingungen und die Dämpfung dieser Schwingungen mit Resonanzdämpfern. 429.
Lübcke, E. (Rezens.), C. Schaefer, Einführung in die theoretische Physik Bd. 3, Tl. 1. 367.
— E. (Rezens.), C. W. Miller, An introduction to physical science. 390.
— E. (Rezens.), L. B. Loeb u. A. S. Adams, The Development of Physical Thought. 415.
— E. (Rezens.), J. H. Morecroft, Electron Tubes and their application. 415.
— E. (Rezens.), A. H. Davis, Modern Acoustics. 495.
— E., Kampf dem Lärm. *529.
— E., Zum mechanisch-akustischen Verhalten elektr. Maschinen. 545.
— E., Über die Zunahme der Lautstärke bei mehreren Schallquellen. 547.
— E. (Rezens.), A. L. Reimann, Thermionic Emission. 575.
— E., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Ludwig, L. R., F. A. Maxfield u. A. H. Toepfer, Eine Versuchsausführung eines Ignitron-Gleichrichters. 681.
Lulofs, W., Die Elektrizitätsversorgung Hollands. *320. *375.
Maaß, H., s. Koch, W.
Macdonald, P. A., u. E. M. Campbell, Ein hochempfindlicher Verstärker. 520.
Maier, K., Fortschritte in der Verwendung von Selen-Trockengleichrichtern. *237.
Mallock, Elektrische Rechenmaschine. 134.
Malyschew, s. Bogorodizky.
Mangoldt, v., Neuerungen auf dem Gebiete der städt. Elektrizitätsverteilung. 524.
Marcard, Die neue Kesselanlage des Cuno-Kraftwerkes. 20.
Marx, E., Harald Müller. 23.
Masing, G. (Rezens.), A. v. Zeerleder, Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen. 663.
Maske, F., Elektrostatisches Voltmeter mit Zeigerablesung. 648.
Mathiesen, B., s. Potthoff, K.
Mattern, H., Die Beleuchtungsverhältnisse in den öffentl. Verkehrsmitteln. 623.
Matthias, A., Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom. *601.
Maurer, Seilschwingungen bei Al-Seilen, 15.
— H., (Rezens.), Der Telefunken-Peiler. 23.
Maxfield, F. A., s. Ludwig, L. R.
Maxted, R., u. L. J. Davies, Leuchten für Quecksilber-Hochdruckröhren in waagerechter Brennlage. 40.
Maxstadt, F. W., Isolatorüberschlag in Luft. 741.
McAuley, P. H., s. Meador, J. R.
McCurdy, R. G., Zur Frage der Normung von Geräuschmessern. 546.
McMorris, W. A., M. A. Rusher u. J. H. Hagenguth, Schleifenoszillograph mit Neonlichtquelle. 591.
Meador, J. R., P. L. Bellaschi u. P. H. McAuley, Eichung der Kugelfunkenstrecke. 423.
Meißner, A., Elektr. Leitfähigkeit elektronischer Halbleiter. Nach B. Gudden. 213.
— F. (Rezens.), Transactions of the World Power Conference. 415.
— W., Neue magnetische Effekte bei Eintritt der Supraleitfähigkeit. 41.
Melot, L., Das Lastenheft für den Bau eines ländlichen Verteilungsnetzes in Frankreich. 44.
Meyer, E., Die Eisenverluste in elektrischen Maschinen. 60.
— H. W., Die Sperrspannung des Marx-Stromrichters. 514.
Michel, O., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Mierdel, G., u. R. Seeliger, Untersuchungen über die physikalischen Vorgänge bei der Elektrofilterung. 491.
Miller, C. J., s. Hillebrand, W. A.
Miseré, F., Gasentladung bei Nieder- und Hochfrequenz-Koronaanfangspannung. 42.
Mittmann, A., Temperaturabhängigkeit der Selen-Sperrschichtphotozelle. 619.
Moeller, F. (Rezens.), Ph. Lötzbeyer, Theorie und Praxis der Tafeln und des Tafelrechnens. 71.

Digitized by Google

Mörath, E., Elektr. Meßwesen auf der Holztagung 1934. 381.

Morosenski, Elektr Schmelzofen in Rußland. 405.

Mörtzsch Fr., Die Weiterentwicklung elektr. Heißwasserspeicher. *206.

— F., Elektrowärmegeräte in Arbeiterspeiseräumen. 571.

Muhlbrett, K. (Rezens.), O. Kappelmayer u. J. Schneider, Das neue Radio-Bastelbuch und Rundfunk-Praktikum. 71.

— K. (Rezens.), R. Grötsch, Flugfunkpeilwesen und Funknavigation. 390.

— K. (Rezens.), H.-G. Engel u. K. Winter, Rundfunk ohne Störungen. 471.

— K. (Rezens.), R. Wigand, Prüfen und Messen von Röhren und Einzelteilen. 495.

— K. (Rezens.), E. Schwandt, Funktechnisches Praktikum. 575.

— K. (Rezens.), P. E. Klein, Transformatoren und Drosseln. 662.

Muller, A. L. (Rezens.), W. Kehse, Der praktische Transformatorenbau. 446.

— Harald, Mitteilung betr. Schriftleitung der ETZ. 1.

— Har., Zur Leipziger Messe. 225.

— Har., Vorschläge zur Beobachtung der Gewitterstörungen. *577.

— K., s. Pfetscher, O.

— R. W., Speicherpumpanlage Lassoula (Pyrenäen). 430.

Müller-Hillebrand, D., Gewitterforschungen nach ausländischen Veröffentlichungen im Jahre 1934. *417.

Münch, P., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.

Munk, F., Elektr. Funktionsvorgänge in der Haut bei der Erkältung. 745.

Nakamura, H., Sondergußeisen für elektr. Zwecke. 522.

Nauk, G., Über den physikalischen Aufbau von Kondensatoren. *371.

— G., Beziehungen zwischen der Temperaturabhängigkeit der Verluste und der Durchschlagsfestigkeit bei Papierkondensatoren. *539.

Neubauer, A., s. Viehmann, H.

Neuhaus, H., Gewitterstörungen einer südafrikanischen 132 kV-Doppelleitung in den Jahren 1926 bis 1933. *313.

Niemann, Mechanische Regulierbetriebe. 658.

Niethammer, F., Fahrdraht und Stromabnehmer. 519.

Nörinder, H., Untersuchungen von Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen in Schweden mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. Vortr. *393. Bespr. 468.

Norman, H. M., Einfluß der Eisensättigung auf den Anlaufstrom von Käfigankermotoren. 110.

Obenaus, F., Die Überschlagspannung verschmutzter Isolatoren. *369.

Oburger, W., Die Regelung der Stromverteilung in Ringnetzen mittels des Quertransformators. 429.

Ohnesorge, W., Staat und Technik. Vortr. *337.

Orlich, E. (Rezens.), W. Grotrian u. A. Kopff, Zur Erforschung des Weltalls. 47.

Pakule, E., u. K. Rudnik, Abbrandverhältnisse in basischen Lichtbogen-Elektrostahlöfen. 436.

Palm, A., Elektrostatisches Lichtzeiger-Voltmeter für kleine Spannungen. 515.

Passavant, H., Erhöhung der Sicherheit durch Verwendung von Kunstharz-Preßstoffen als Isolierstoffe. *269.

Paetow, Bühnenbeleuchtung. Vortr. 389.

Paul, H. E., s. Kenrick, G. W.

Perry, F. R., s. Allibone, T. E.

Perucca, E., u. R. Deaglio, Ist der Sperrschichtphotoeffekt ein Hallwachseffekt? 19.

Peters, W., Der Einfluß des Beleuchtungsstromabsatzes auf die Belastung eines Elektrizitätswerks. 433.

Pfeiffer, A., Die Gegenimpedanz und der zweipolige Kurzschlußstrom der wirkwiderstandslosen synchronen Vollpolmaschine. 742.

Pfeil, J. J., Tankstabilisierungsanlage für Schiffe. 567.

Pfetscher, O., u. K. Müller, Konstruktion neuer Röhren zur Erzeugung sehr kurzer elektr. Wellen. 411.

Pfotzer, G., s. Hess, V. F.

Philippi, G., Der elektromotorische Antrieb in der Landwirtschaft. 437.

Pickens, B. M., s. Sieg.

Pisterhammer, Zusammensetzbare Leitungsmaste aus Stahl. 513.

Pleuger, G., s. Dohmen, K.

Pohl, K. (Rezens.), B. Weitz, Elektroenergetik der UdSSR. 71.

— K. A., Das Elektrisierungsprogramm des zweiten Fünfjahrplanes der UdSSR (1933 bis 1937). *421. *454.

Poleck, H., Mechanisiertes Abgleichverfahren für Wechselstrom-Meßbrücken bei Verwendung phasenabhängiger Nullindikatoren. 39.

Potthoff, K., u. B. Mathiesen, Koronaverluste an Seilen bei Wechselspannung. *3.

— K., Die Gegeninduktivität gleicher Kreise in parallelen Ebenen. 64.

Prause, B., Ermittlung der Festigkeit elektr. Freileitungen auf Grund des Reißdiagrammes. *201. Brf. 599.

Probst, H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.

Prütz, W., Aus der Praxis der Vergütung in Elektroöfen. *11.

Przygode, A. (Rezens.), J. Moshage, Praktischer Rostschutz. 120.

— (Rezens.), H. Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau. 415.

— (Rezens.), Hütte. 663.

Püngel, W., s. Fritz, J. C.

Pungs, L. (Rezens,), H. Barkhausen, Lehrbuch der Elektronenröhren und ihrer techn. Anwendungen. 334.

Pütz, Seilherstellung und Seilkorrosion. 15.

Quade, W., Über Wechselströme mit beliebiger Kurvenform in Dreiphasensystemen. 441.

Rachel, A., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.

Rahmann, H., Ein einfaches Auswertungsverfahren für die Aufnahme der Drehmomentlinien von Asynchronmotoren mit geeichten Gleichstrommaschinen. *295.

Raiß, W., Der Energieverbrauch beim Kochen auf gas- und stromgeheizten Herden. 61.

Rasch, G. (Rezens.), J. W. van Heys, Was jeder Deutsche von der Windkraft wissen muß. 335.

— G., Unsymmetrie von Vielphasennetzen. 429.

Raske, W., s. Schering, H.

Ratzke, J., Astatische Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren mit Elektronenröhren. 567.

Reeb, O., Die Aktinität der photographischen Kunstlichtquellen. 619.

Reese, R., Zur Frage der Präzisionszähler für Wechsel- und Drehstrom. *291.

Regener, E., s. Hess, V. F.

Regnauld, A., Vorschriften von Lloyd's Register über den elektr. Schraubenantrieb. 409.

Reiche, W., s. Heyne, H.

Reichert W. J., s. Bruckman, H. W. L.

Reimann, E., Einführung in VDE 0165 „Leitsätze für die Errichtung elektr. Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen". *344.

Renzio, G. de, Der elektr. Schiffschraubenantrieb bei der italienischen Marine. 409.

Rich, Th., Verkehr auf der Pariser Stadtbahn. 352.

Rieke, R. (Rezens.), E. Schwandt, Keramische Baustoffe für die Hochspannungstechnik. 368.

Rihl, W., Michael Pupin †. 470.

Rißmüller, K., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.

Rodewald, W., Ultraschallwellen. 134.

Rödiger, W., Die Minderung der Treibstoffeinfuhr durch Umstellung der Kraftmaschinenantriebe. *1.

— W., Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorrad-Ausstellung 1935 in Berlin. *503.

— Die Verwendung elektr. Fahrzeuge zur Ersparnis devisenbedingter Rohstoffe. 658.

Röhrs, W., Plastische Massen als Rohstoff zur Fertigung von Preßstoffteilen. *271.

Romanowski, M., Internationale Arbeiten über elektr. Einheiten. 356.

Rottsieper, K., Gerät zur Messung von Korrosionsströmen in Kabelmänteln und Rohrleitungen. 742.

Rudnik, K., s. Pakule, E.

Rusher, M. A., s. Mc Morris, W. A.

Rumpf, Die Änderung des Signalfarbenbegriffs bei den Österreichischen Bundesbahnen. 132.

Russell, G. O., Phonetische Untersuchungen mit Hilfe von Röntgenstrahlen. 440.

Salinger, H., s. Lattmann, M.

Salzberg, B., „Eichel"-Elektronenröhren für Ultrafrequenzen. 683.

Sanford, R. L., Änderung der Permeabilität nach der Entmagnetisierung. 623.

Saudicoeur, L., Druckluftschalter mit selbsttätig erzeugter Druckluft. 681.

Schaake, W., s. Sieg.

Schachenmeier, R., Zur Elektronentheorie der Supraleitung. 521.

Scharstein, E., Kippgrenze der Gleichlaufanordnung mit Hilfe von Asynchronmaschinen. 430.

— E., Der Wert der Oberflächenkühlung bei Motoren für Aussetzbetriebe. 512.

Digitized by Google

Schenkel, M., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Schering, H., u. W. Raske, Zur Messung der Spannungsverteilung an Isolatoroberflächen. *75.
Scheu, E., Über den Einfluß von Stoßspannungen auf die dielektr. Festigkeit von Transformatorenöl. 491.
Scheuring, W., Der Doppelkäfigläufer-Motor mit veränderlicher Streureaktanz im Läufer. 110.
— W., Spannungsregelung mittels gleichstromerregter Transformatoren. 431.
Schichtel, K., s. Grunert, A.
Schickhardt, P., Neuzeitliche Blitzschutzanlagen. *453.
Schilling, W., Die Berechnung des Parallelwechselrichters bei ohmscher Belastung. 486.
— W., Regelung mittels Stromrichter auf der Primärseite von Einphasentransformatoren kleiner Leistung. 487.
Schlegelmilch, W., Die dielektr. Festigkeit flüssiger Isolierstoffe bei hohen Frequenzen. 385.
Schlesische Elektricitäts- und Gas-Actien-Gesellschaft. Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in der Provinz Schlesien. Brf. 366.
Schloemilch, J., s. Knoll, M.
Schlumberger, C. u. M., Elektr. Kernen. 383.
Schmelzer, Fahrtreppen auf Stadtbahnhöfen. 56.
Schmidt, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Schmitz, H., Ein Laugenprüfer zur Bestimmung des Karbonatgehaltes von Elektrolyten alkalischer Akkumulatoren. *203.
— T., Der läufergespeiste kompensierte Drehstrommotor als idealer Synchronmotor. Brf. 94.
Schnaus, G., Einige Beiträge zur praktischen Gestaltung der Berechnung der Kosten von Energieumwandlungen. 327.
Scholl, P., Schaltung von periodisch arbeitenden Absorptionskühlschränken unter besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Tarifformen. *227.
Schöne, A., s. Troeltsch, F.
Schramm, W., Herstellung der Preßteile. *274.
Schröer, H., Das Wechselspannungs-Normal, ein neuartiger Wechselstromkompensator. 111.
Schuisky, W., Über den Gleichlauf von Induktionsmotoren. 60.
— W., Unsymmetrische Schaltungen der Ständerwicklung des Induktionsmotors. 460.
— W., Zusatzverluste im Käfig eines Induktionsmotors beim Anlauf und ihre Folgen. 512.
Schulz, E. H., s. Fritz, J. C.
— H. Die Fernsprechbetriebsmaße. 680.
Schulze, A., s. Hoffmann, F.
— E. (Rezens.), W. Stäblein, Die Technik der Fernwirkanlagen. 471.
— H., Die Wirtschaftlichkeit von Pumpspeicherwerken für Brikettstromverwertung. Brf. 143.
— H., Eine Phasenschieber-Kondensatorenanlage für 5000 BkW bei der Kraftwerk Sachsen-Thüringen Aktiengesellschaft. *501.
— M., Beeinflussung von Blockanlagen durch Starkstromanlagen. 324.
Schulze, R., Der Dunkelstrom der Alkalizellen. 623.
Schumann, W. O. (Rezens.), M. Knoll, F. Ollendorff, R. Rompe u. A. Roggendorf, Gasentladungs-Tabellen. 551.
Schwenk, O., Steigerung der Ausschaltleistung von Leistungsschaltern in bestehenden Schaltanlagen. Vortr. *639. Bespr. 658.
Scott, J. A., Die Bedeutung des Öldrucks im Kabel für die Isolationsfestigkeit. 441. 741.
Sectorov, W. R., Eine windelektr. Anlage in Balaktawa (Rußland). 107.
Seeger, B., Die Bedeutung des Lichtverbrauchs für die Elektrizitätswerke. 463.
Seeliger, R., s. Mierdel, G.
Seidel, H. (Rezens.), R. Spalckhaver u. A. Rüster, Die Dampfkessel nebst ihren Zubehörteilen und Hilfseinrichtungen. 143.
Seidelbach, R., Das Glimmteiler-Stromversorgungssystem. Vortr. *299.
Semmler, W., s. Kemmelmeier, A.
Sevin, R., Die elektrochemische Fabrik von Porto-Marghera der Gesellschaft San Marco. 66.
Sewig, R., Regelung von Photometerlampen auf konstanten Strom. 648.
Siebertz, K., s. Gerlach, W.
Sieg, Scherenstromabnehmer in den V. S. Amerika. Nach W. Schaake u. B. M. Pickens. *377.
Sihler, I., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Smolanski, A., Einfluß der Schienenstreuströme elektr. Straßenbahnen auf die Korrosion in Turbinenkondensatoren. *100.
Snoddy, L. B., Die Ionisationszeit eines Thyratons. 133.
Sommerfeld, A. (Rezens.), E. Brüche u. O. Scherzer, Geometrische Elektronenoptik. 119.
Soyck, W., s. Albers-Schönberg, E.
Späth, W. (Rezens.), E. Großmann, H. Martin u. H. Schmidt, Handbuch der Experimentalphysik Bd. 17, Tl. 1. Herausg. v. W. Wien † u. F. Harms. 495.
Spaeth, F., Direkt anzeigender Scheinleistungsmesser, Widerstands- und cos φ-Zeiger. 461.
Sporn, Ph., s. Lewis, W. W.
Sprecher, E., Der Erdungswiderstand verschiedener Bodenarten und die Vorausberechnung der Elektroden. 411.
Stahl, H., Stand der Bildtelegraphie. *341.
Stanesby, H., Ein neuer Schnell-Such-Empfänger. 355.
Steinhaus, W., u. A. Kußmann, Neue Dauermagnetstähle. B. 96.
Stier, F., Die Stabilität selbsterregter Generatoren bei Belastung auf konstanten Widerstand. *7.
Stockar, Schnellfahrende Leichttriebwagen bei den schweizerischen Bahnen. 621.
Stort, Tauchsieder-Gebrauchsmuster mit zu geringer Erfindungshöhe. 387.
Strigel, R., Die Spaltfunkenstrecke als Schalter. 115.
— R., Über den Entladeverzug in Öl bei kleinen Schlagweiten. 490.
Strutt, M. J. O., Nachhallmessungen mit einem selbsttätig anzeigenden Gerät. 325.
— M. J. O., s. Aigner, F.
Stuart, D. M., s. Kirby, S. S.
Summerer, E., Die neuzeitliche Anwendung des künstlichen Lichtes. Vortr. 487.
Szilas, O., Ermittlung der Festigkeit elektr. Freileitungen auf Grund des Reißdiagramms. Brf. 599.
Tammann, G., Die Erholung metallischer Werkstoffe von den Folgen der Kaltbearbeitung. 134.
Tetzlaff, H., Vereinheitlichte Gleichstromfahrzeuge in Italien. *727.
Thiele, H., Spiegel und Folien aus Graphit. 491.
Thierbach, B. (Rezens.), A. Friedrich, Elektrizitäts-Jahrbuch 1934. 367.
— B., Die Verschachtelungen in der deutschen Stromwirtschaft. *403.
— B., (Rezens.), Karte der Elektrizitätskonzerne Deutschlands. 414.
Thoma, H., u. L. Heer, Glimmentladung in Atmosphärendruck. 386.
Thompson, W. G., Die Verwendung eines gasgekühlten Lichtbogens zur Gleichrichtung mit besanderer Berücksichtigung des Marx-Stromrichters. 324.
— W. G., s. Thornton, W. M.
Thornton, W. M., u. W. G. Thompson, Verfahren zur absoluten Messung hoher Spannungen. 59.
Tittel, J., Rechnen mit symmetrischen Komponenten bei Synchronmaschinen. 129.
Toeller, H., Hochspannungsmessungen mit Elektronenstrahlen. *678.
Toepfer, A. H., s. Ludwig, L. R.
Toepler, M., Kreisfunken bei elektr. Gleitfiguren. 65.
Tourneur, M., Dieselelektr. Verschiebelokomotiven der französischen P. L. M.-Bahn. 408.
Trettin, C. (Rezens.), F. Moeller, Leitfaden der Elektrotechnik, Bd. 3. 143.
Tröger, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Troeltsch, F., u. A. Schöne, Die Rundfunkempfänger-Entwicklung im Verbande der Gesamtentwicklung der Nachrichtentechnik. *644.
Ungewiß, A., s. Albers-Schönberg, E.
Vernaux-Jobart, J., Beitrag zur Theorie der Rohrschutzmittel gegen Streuströme. 569.
Verstegen, Der selbsttätige Streckenblock auf den Niederländischen Eisenbahnen. 351.
Vidmar, M., Das Jochgesetz bei Transformatoren. 60.
Viehmann, H., u. A. Neubauer, Empfangstörungen durch Verbrennungsmotoren. 464.
Viel, G., Die Luftleitfähigkeit an Blitzeinschlagstellen. 591.
Vierling, Lautstärke und Tonhöheempfindung. 654.
Vieweg, R., Bewertung und Prüfung von Preßstoffen in der Elektrotechnik. *284.
— R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Vogler, H., Über die Grenzen der Meßgenauigkeit bei Eichung und Kontrolle von Elektrizitätszählern. *98.
Voigt, H., s. Humburg, K.
Voos, E., s. Lange, B.
Vriend, J. A. de, s. Liempt, J. A. M. v.

Digitized by Google

Wadlow, E. C., Ein kleiner elektr. Drehmomentmesser. 431.
Waldram, J. M., Straßenbeleuchtung. 350.
Waldschmidt, E., Die dielektrische Verfolgung des Trocknungs- und Imprägnierungsprozesses bei Papier. *83.
Wallraff, A., Verzerrungen am Kathodenstrahlfleck bei größeren Ablenkungen. 744.
Walter, B., Neuartige Vorgänge in der Blitzbahn. 593.
— F. (Rezens.), R. Hinzmann, Nichteisenmetalle. 120.
— M., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Walther, A., Veranschaulichung von ejw. 410.
Wanger, W., Die Erwärmung von Kontakten in Hochleistungschaltern durch Kurzschlußströme. 645.
Watanabe, G., Nichtmagnetisches Gußeisen. 571.
Wegener, W., Elektrolytische Zersetzung von Gleichstrom-Bahnspeisekabeln. 112.
Weicker, W., Die elektr. Festigkeit der Luft bei verschiedenartiger Beanspruchung. 423.
Weiler, L., Schaltleistung und Lebensdauer von Kupferschaltstücken für Schalt- und Steuergeräte. *52.
Wendt, G., Die gegenseitige Beeinflussung von Elektronenstrahlbündeln. 64.
Wenk, P., u. M. Wien, Eine neue Form von Hochfrequenz-Widerständen. 212.
Werners, P., Bedingungen und Leistungsbilanz bei der Umwandlung von Einphasenstrom in symmetrischen Drehstrom und umgekehrt. 466.
Westbrook, F. A., Installation und Beleuchtung einer großen Brücke. 131.
Wheatcroft, E. L. E., Unstabilität bei Synchronmotoren. 60.
Widmann, E., Die selbsttätige Entaschungsanlage im Kraftwerk Wehrden bei Völklingen a. d. Saar. 379.
Wien, M., s. Wenk, P.
Wilczek, E., Die öffentliche Elektrizitätsversorgung Ungarns. *57.
Wild, W., Über Knallgeräusche in Fernmelde-Freileitungen und ihre Unterdrückung durch Knallschutzgeräte. 18.
Willms, W., Geräuschmessungen an elektr. Maschinen. Vortr. *25. *53. Bespr. 69.
Windred, G., Übersicht über die Theorien und Anwendungen der photoelektr. Effekte. 744.
Winkler, G. H., Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1935 außerhalb der HdE. *561.
Winnig, Statistik der Reichspost über die Lebensdauer von Leitungsmasten. 108.
Wöhlbier, Photoelektr. Zelle zum Öffnen und Schließen von Wettertüren. 353.
Wolff, M., Neuere Untersuchungen über die Lichtdurchlässigkeit des Nebels. *319.
Wolff, M., Die Lichttechnik im Jahre 1934. 534.
— M., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 697.
Wrana, J., s. Zdralek, O.
Wundram, O., Elektrotechnik im Hafen. *689.

Zaduk, H., Neuere Ergebnisse der Blitzstromstärkenmessungen an Hochspannungsleitungen. *475.
Zdralek, O., u. J. Wrana, Schweißung von Drähten mittels Kondensatorenentladung. *579.
Zehme, E. C., Mitteilung betr. Schriftleitung der ETZ. 1.
— E. C., Rückblick auf die Leipziger Messe im Hause der Elektrotechnik. *553.
Ziegler, W., s. Coehn, A.
Zimmermann, F., Die Glühlampe als photographische Aufnahmelichtquelle. *640.
Zinzen, A. (Rezens.), H. Netz, Dampfkessel. 120.
— A. (Rezens.), K. Grün, Dampfkessel-Speisepumpen. 223.
Zorn, M. (Rezens.), J. Neukirchen, Kohlebürsten. 747.
Zwanziger, W., Nachweis der Ursache von Gewitterstörungen auf den 100kV-Leitungen der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen AG. und Mittel zu ihrer Verminderung. *474.
Zwehl, v., Neue Erkenntnisse über die Verwendungsmöglichkeit des Aluminiums in der Elektrotechnik. Vortr. 389.

Digitized by Google

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 3. Januar 1935** **Heft 1**

Mitteilung.

Mit Ende des Jahres 1934 habe ich nach fast dreißigjähriger Tätigkeit die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift niedergelegt, um in den Ruhestand zu treten. Schon seit 48 Jahren, und zwar erst als Leser in der Praxis, dann als Schriftleiter, mit der ETZ eng verwachsen, habe ich in ihr meinen treuen Lebensbegleiter gehabt, dessen Wohl mir mehr als anderes am Herzen lag und für dessen Ansehen und Lauterkeit ich mich einsetzte. Ich verabschiede mich hiermit von den Mitarbeitern und Lesern und danke ersteren für ihr unentwegtes Festhalten an ihrem deutschen Fachorgan und das Verständnis und die Nachsicht, die sie den Anregungen und Wünschen der Schriftleitung allzeit entgegenbrachten. Diese Gemeinschaftsarbeit war getragen von dem einen großen Ziel der Förderung der Wissenschaft und der deutschen Elektrotechnik. Der Verlag der Elektrotechnischen Zeitschrift hat die Arbeit durch Vertrauen und Entgegenkommen allzeit unterstützt; ihm gebührt hierfür besonderer Dank. E. C. Zehme.

Mit dem Beginn des neuen Jahrgangs übernehme ich aus den Händen von Herrn E. C. Zehme die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, die er so lange Jahre betreut hat und die ihm das hohe Ansehen verdankt, das sie in der Fachwelt genießt. Mein Bestreben wird sein, der ETZ diese Stellung zu erhalten und sie den Fortschritten der Technik entsprechend auszubauen. Hierzu erbitte ich die Unterstützung der bisherigen Mitarbeiter und aller Fachgenossen. Harald Müller.

Die Minderung der Treibstoffeinfuhr durch Umstellung der Kraftmaschinenantriebe.

Von Dipl.-Ing. W. Rödiger, Berlin.

Übersicht. Es werden im Grundsätzlichen die Möglichkeiten erörtert, die aus den vorhandenen Mitteln und Erkenntnissen zur Verfügung stehen, um uns von der Einfuhr ausländischer Treibstoffe unabhängig zu machen. In diesem Zusammenhang wird die Entwicklung des Kohlenstaubmotors besprochen.

Auf der letzten Internationalen Automobilausstellung in Berlin gab der Führer das Zeichen zur Motorisierung unseres Verkehrs in der wohlbegründeten Absicht, den Vorsprung, den die anderen Länder auf diesem Gebiet inzwischen gewonnen haben, wenigstens wieder einzuholen. Dabei fiel das Wort, daß die Treibstoff-Frage gelöst werden würde. Mit diesem Wort wurde die Ingenieurwissenschaft vor die Aufgabe gestellt, das untragbare Joch unserer Abhängigkeit vom Auslande in der Treibstoffbeschaffung zu brechen. Mit einem Eifer, in dem sich die große Bedeutung dieser Aufgabe offenbarte, nahmen alle chemischen und ingenieurwissenschaftlichen Kreise, die dafür in Frage kommenden Studiengesellschaften und Forschungsinstitute diese Aufgabe in Angriff. Allmählich läßt sich ein Bild davon gewinnen, wie das angestrebte Ziel mit den zur Verfügung stehenden Mitteln und Erkenntnissen erreicht werden kann.

Vier Wege sind es hauptsächlich, auf denen wir uns vom Auslandsbezug in Treibstoffen freimachen können:

1. die Erhöhung der Ölförderung im eigenen Lande,
2. die wirtschaftliche Gestaltung der Verfahren zur Gewinnung von Treibstoffen aus heimischen Rohprodukten, besonders aus der Kohle,
3. die Umstellung der Antriebe auf feste und gasförmige Treibmittel,
4. die Elektrisierung des Nahverkehrs.

Nicht nur einen dieser Wege müssen wir beschreiten, sondern alle vier Wege gleichzeitig, da wir heute noch nicht wissen, ob einer allein zur vollen Lösung der Aufgabe führt.

Die Bemühungen zur Erhöhung der Ölförderung sind unter staatlicher Beihilfe in die Wege geleitet. Die bisherigen Ergebnisse lassen erkennen, daß, wenn im Schoße unserer Heimaterde überhaupt genügend Öl vorhanden ist, dieses erst in längeren Zeiträumen und unter gewiß nicht geringen Kosten zur Förderung gebracht werden kann. Enttäuschungen haben wir dabei schon erlebt und sie werden auch in Zukunft nicht ausbleiben. Immerhin darf mit einiger Sicherheit damit gerechnet werden, daß das Verhältnis Förderung und Verbrauch mit 10 % die untere Grenze auch in der Zukunft darstellen wird.

Bei den Verfahren zur Gewinnung von Treibstoffen aus heimischen Rohprodukten wird nach wie vor die Kohle als Grundstoff den ersten Platz einnehmen. Noch aber läßt sich nicht übersehen, in welcher Zeit und in welchem Ausmaße es gelingen wird, hierbei einen so billigen Brennstoff zu erzeugen, daß es uns möglich ist, mit so geringen Treibstoffkosten zu fah-

Fachberichte zur VDE-Mitgliederversammlung 1935 s. S. 22 dieses Heftes

Digitized by Google

ren, wie das in den ölreichen Ländern der Fall ist. Vorläufig sind wir erst so weit, daß wir unter Fortfall der Zolleinnahmen des Reiches mindestens ebenso teuer fahren würden wie jetzt, wahrscheinlich aber noch teurer. Das gilt insbesondere für die Erzeugung von schweren Treibölen.

Die Verwendung von gasförmigen Treibmitteln ist heute noch zum Teil an die Erzeugungsstelle und an einen sehr teuren Transport in Gasflaschen gebunden. Propan und Butan zum Beispiel sind Nebenprodukte, die bei der Reinigung von Erdgasen und bei der Verarbeitung von Erdölen anfallen und bei der Druckhydrierung erzeugt werden. Sie müssen daher in Gasflaschen komprimiert und zum Verwendungsort transportiert werden. Das Leuchtgas ist in dieser Beziehung schon etwas weniger gebunden, da es überall vorhanden ist und daher die Gasflaschen überall gefüllt und getauscht werden könnten, wenn eine entsprechende Organisation geschaffen wird. Leuchtgas ist aber kein erstklassiges Treibmittel. Holzgas ist ein Treibstoff, der in einem besonderen Erzeuger im Wagen selbst hergestellt wird und eine gewisse Freizügigkeit gestattet, da die erforderlichen Holzmengen leicht an allen Plätzen zu beschaffen sind. Der Holzgasantrieb dürfte deshalb bei weiterer Entwicklung wohl als erster in größerem Umfange den Öltreibstoff zu verdrängen geeignet sein, aber hauptsächlich nur für den Fernverkehr in Frage kommen. Der akkumulator-elektrische Wagen ist ein Fahrzeug, das unter weiser Beschränkung auf die Verwendungsmöglichkeiten im Nahverkehr seit 30 Jahren eine unbedingte Verläßlichkeit und hohe Wirtschaftlichkeit bewiesen hat. Elektrische Energie steht heute in jedem kleinsten Ort des Reiches in genügender Menge zur Verfügung, um die zugehörigen Batterien zu laden. Über das elektrische Fahrzeug im Nahverkehr habe ich in dem Schlußwort meines Berichtes über die letzte Internationale Automobilausstellung in Berlin[1]) ausgeführt, daß eine starke Bewegung bei den Elektrizitätswerken und eine rege Tätigkeit in der Elektromobilindustrie die Absicht erkennen ließen, den elektrischen Kraftwagen in erhöhtem Maße dem Transport- und Verkehrswesen im Nahverkehr dienstbar zu machen. Ich habe darauf hingewiesen, daß die Verwirklichung dieser Absicht nicht nur im Interesse der Elektromobilindustrie, sondern auch im Interesse der gesamten Volkswirtschaft liegt, denn die Übernahme des Kraftwagen-Nahverkehrs durch Elektromobile (einschl. Oberleitungs-Omnibusse) und Elektrokarren verbessert die Wirtschaftlichkeit desselben, verringert die Einfuhr von Treibstoffen und hilft Devisen sparen. Die Elektrisierung setzt die Teilung des Verkehrs in Fern- und Nahverkehr voraus, eine Teilung, die für die Auswahl der jeweils wirtschaftlichsten Verkehrsmittel notwendig ist, bisher aber nur in geringem Maße durchgeführt wurde. Denn bei der verhältnismäßig geringen Zahl der z. Z. in Betrieb befindlichen akkumulator-elektrischen Fahrzeuge (etwa 18 000) kann man von einer bewußten, zum Zwecke der Elektrisierung vorgenommenen Teilung des Verkehrs kaum sprechen. Wenn der gesamte Nahverkehr elektrisiert und von dem Auslandsbezug in Treibstoffen unabhängig gemacht wird, so sind wir damit einen beachtlichen Schritt weitergekommen auf dem einen Wege, der zu dem erstrebten Ziel führt.

Mit der Elektrisierung des Nahverkehrs gleichzeitig muß aber auch dafür gesorgt werden, daß die Stromerzeugung von dem Bezug von ausländischen Treibstoffen unabhängig gemacht wird. Wenn auf der einen Seite gefordert wird, daß elektrische Energie an die Stelle von Treibstoffen tritt, so muß auf der anderen Seite auch verlangt werden, daß diese elektrische Energie nicht von Treibstoffmotoren erzeugt wird. Nun sind zwar die weitaus meisten deutschen Elektrizitätswerke Dampfkraftwerke, die ihre Grundleistung aus der heimischen Kohle auf dem Wege über den Dampf erzeugen, aber die Spitzenleistungen werden doch noch vielfach durch Treibstoffmotoren erzeugt, und zahlreiche kleinere Werke haben überhaupt nur Treibstoffmotoren zum Antrieb ihrer Dynamomaschinen. Für die Spitzendeckungen müßten den Elt-Werken vollwertige, aus einheimischen Kraftquellen zu versorgende, ohne Zeitverluste und ohne Vorbereitungen in Betrieb zu nehmende Kraftmaschinen zur Verfügung gestellt werden. Die kleineren Werke mit Dieselmotorenantrieb müßten ihren ganzen Betrieb auf andere Antriebsmaschinen umstellen. Wenn damit gleichzeitig noch eine Verbilligung der Betriebskosten erreicht werden kann, so ist nicht nur den volkswirtschaftlichen Belangen durch Verminderung der Treibstoffeinfuhr, sondern auch den privatwirtschaftlichen Interessen unserer Elektrizitätserzeugungsindustrie gedient.

[1]) ETZ 1934, S. 409.

Unter den für diese Umstellung in Betracht kommenden Maschinen werden in manchen Fällen die oben erwähnten, mit gasförmigen Treibstoffen arbeitenden Maschinen verwendet werden können. Ob dieselben dabei den Grad der Wirtschaftlichkeit erreichen werden, den die bis dahin verwendeten Öltreibstoffe insbesondere den Dieselmotoren verliehen, will ich nicht entscheiden. Es gibt aber für diese Zwecke einen in der Entwicklung begriffenen Motor, der nicht mit gasförmigen, sondern mit festen Brennstoffen arbeitet und aller Voraussicht nach wie kein zweiter neben der Treibstoffersparnis auch die Bedingung der Betriebskostenverminderung erfüllt. Gemeint ist der Kohlenstaubmotor.

Der Kohlenstaubmotor ist hier schon in zwei grundlegenden Arbeiten behandelt worden[2]). Diesel ging bei der Konstruktion seines Schwerölmotors von der Idee des Kohlenstaubmotors aus, d. h. er wollte ursprünglich durch unmittelbare Verbrennung von Kohle im Zylinder seines Motors die Treibmittelkosten auf ein Minimum herabdrücken, kam aber infolge der zunächst fast unüberwindlich scheinenden Schwierigkeiten der Durchführung dieser Aufgabe zum Schweröl, das zwar auch wesentlich billiger ist als Benzin, aber doch lange noch nicht so billig wie Kohlenstaub.

Inzwischen ist von anderer Seite, am zielbewußtesten wohl von Pawlikowski, dem früheren langjährigen Mitarbeiter Diesels, die Entwicklung des Kohlenstaubmotors fortgesetzt worden, so daß wissenschaftliche und praktische Unklarheiten darüber nicht mehr bestehen. Im einzelnen sind auch von anderen Seiten Beiträge über den Zünd- und Verbrennungsvorgang[3]) geliefert, z. B. von Wentzel, der den Einfluß des Wasserdampfgehaltes der Verbrennungsluft, der Temperatur und Dichte der Verbrennungsluft, des Luftüberschusses, des Einblasedruckes, der Korngröße und der Kohleart auf diese beiden Vorgänge, sowie den Zündverzug und die Verbrennungszeiten in Abhängigkeit von den genannten Einflüssen feststellte.

Das Ergebnis dieser und zahlreicher anderer Versuche hat Dr.-Ing. Wahl in seinem Vortrag auf der Tagung der Brennkrafttechnischen Gesellschaft in Köln am 25. V. 1934 dahin zusammengefaßt, daß er auf Grund seiner Versuche mit einem 450 PS-Kohlenstaubmotor auf dem Versuchsstand der I. G. Farben in Oppau sagte: „Die motorische Verbrennung von Kohlenstaub ist heute ein fast gelöstes Problem. Man erreicht mit Kohlenstaubmotoren die volle Zylinderleistung wie bei Ölbetrieb.“ Nach vorsichtiger Schätzung kann der mechanische Wirkungsgrad auf 75 % gesteigert und der Wärmeverbrauch auf etwa 2700 kcal/kWh vermindert werden. Der thermische Wirkungsgrad liegt ungefähr auf derselben Höhe wie beim Öldiesel und beträgt 25 ··· 31 %. Die vorläufigen Versuchsergebnisse lassen den Schluß zu, daß der Kohlenstaubmotor heute schon dem Dieselmotor wirtschaftlich überlegen ist.

Die Bedenken, die noch gegen den Kohlenstaubmotor von verschiedenen Seiten geltend gemacht werden, beziehen sich hauptsächlich auf den Verschleiß der Dichtungsorgane als Folge der Schleifwirkung des Aschegehaltes der Staubkohle. Auch Dr. Wahl hat auf Grund seiner Versuche bei den Leuna-Werken diesen vermeintlichen Bedenken Ausdruck gegeben. Die Versuche von Dr. Wahl sind aber an Maschinen vorgenommen worden, deren Laufbuchsen aus Gußeisen bestanden. Diesen Bedenken stehen die Erfahrungen gegenüber, die Pawlikowski mit seinem Kohlenstaubmotor — Rupa-Motor — seit vielen Jahren gemacht hat. Schon im Jahre 1928 wies Pawlikowski darauf hin, daß, um der schmirgelnden Wirkung der Asche zu entgehen, unter anderen Möglichkeiten vor allem die Verwendung härterer Werkstoffe erforderlich sei. Er hat weiter erklärt, daß für Laufbuchsen und Kolbenringe in zwanzigjähriger Ausbildungszeit Ausführungen gefunden sind, die eine störungsfreie Benutzungsdauer von 4000 ··· 6000 h gewährleisteten. Bei dem Rupa-Motor wird der Kohlenstaub auf die Zündung in einer Beikammer vorbereitet. Für die Staubbeförderung in den Zylinder ist ein Doppelventil ausgebildet, dessen eine die Beikammer abschließende Sitzfläche nach jedem Staubdurchlaß mit einem starken Luftstrom sauber geblasen wird, um jede Undichtigkeit durch Ablagerungen zu verhüten. Außerdem sind die Verfahren zur Entaschung des Kohlenstaubes inzwischen immer vollkommener geworden, so die Vergasung zu Kohlenoxyd und die Extraktion zu 80 ··· 90 % des Verbrennbaren der Kohle unter Abscheidung

[2]) ETZ 1928, S. 1507; 1932, S. 135.
[3]) Forschungsheft Nr. 343 vom April 1931 (VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin).

Digitized by Google

aller Mineralasche. Auch in dem Verfahren, durch Spülung mit Gasen oder Flüssigkeiten die schmirgelnde Wirkung zu mindern, sind große Fortschritte gemacht.

Prüft man bei dieser Sachlage das Für und Wider, so kann man nur sagen, es ist an der Zeit, daß alle an der Schaffung des Kohlenstaubmotors beteiligten und interessierten Kreise durch ein Machtwort der Regierung oder durch weitblickende Industrieführer zusammengeführt und die Beträge für die Entwicklung größerer Einheiten des Kohlenstaubmotors zur Verfügung gestellt werden. Diese Beträge werden aller Voraussicht nach durch die Ersparnisse an sonst einzuführenden Treibstoffen und durch die Verbilligung der Krafterzeugung in absehbarer Zeit wieder eingebracht werden können. Sie werden nicht sehr groß sein, da fast die ganze hochentwickelte Technik des Dieselmotors zu verwenden ist, nachdem Pawlikowski als erster erkannt und festgestellt hat, daß im Dieselmotor der Kohlenstaub ohne Zusatz von Hilfsbrennstoffen verbrannt werden kann. Im wesentlichen ist nur die Beschickung zu ändern. Es liegt also auch kein Grund vor, daß die Dieselindustrie den Kohlenstaubmotor zu fürchten hätte.

Aus diesem Grunde wäre es dringend zu wünschen, wenn der hier und auch schon von anderer Seite gegebenen Anregung Folge geleistet und der deutschen Krafterzeugung damit eine neue wirtschaftliche, zuverlässige und in ihrem Betrieb gänzlich vom Auslande unabhängige Antriebsmaschine zur Verfügung gestellt würde.

Koronaverluste an Seilen bei Wechselspannung.

(Mitteilung aus dem Hochspannungslaboratorium der T. H. Hannover.)

Von K. Potthoff, Stuttgart, und B. Mathiesen, Hannover.

Übersicht. Es wird der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Koronaverluste untersucht und geklärt.

A. Gültigkeitsgrenzen des Peekschen Gesetzes.

Mißt man an Seilen aus verschiedenen Stoffen, aber sonst gleichen Abmessungen die Koronaverluste bei verschiedenen Luftfeuchtigkeiten und verschiedenen Alterungs- und Oberflächenzuständen[1],[2]), so findet man Kurvenscharen, deren grundsätzlicher Verlauf in Abb. 1 wiedergegeben ist. Diese Kurvenscharen sind für alle Seildurchmesser ähnlich. Kennzeichnend ist für sie, daß sie oberhalb einer kritischen Verlustleistung N_k in eine Schar eng beieinander liegender paralleler Geraden übergehen. Erst von dieser Leistung an gilt für höhere Spannungen ein Gesetz vom Typ des Peekschen Gesetzes

$$\sqrt{N} = C\,(U - U_k)\,.$$

Unterhalb dieser Leistung hängen die Verluste in starkem Maße von Luftfeuchtigkeit, Leitungsbaustoff, Oxydationszustand und Verschmutzung der Oberfläche ab. Es ist somit wichtig, zunächst N_k zu kennen. Aus Messungen von Peek[3]), Weidig und Jaensch[4]) und eigenen Messungen konnte N_k geschätzt werden zu $N_k = 0{,}7 \cdots 1{,}1\,d$ in kW/km mit d in mm als Seildurchmesser. Bei einem Seildurchmesser von 25,4 mm (1″) liegt also N_k ungefähr bei 23 kW je km und Leiter. D. h.:

> die technisch interessierenden Koronaverluste sind stets kleiner als N_k und hängen in starkem Maße vom Oberflächenzustand des Seiles und der Luftfeuchtigkeit ab. Sie gehorchen nicht dem Peekschen Gesetz.

Nur mit Verlusten $N < N_k$ wollen wir uns im folgenden beschäftigen.

B. Die Meßanordnung.

Das Versuchsmaterial in diesem Gebiet ist an Umfang gering und wenig systematisch aufgenommen. Weitere Versuche mußten es ergänzen. Um dabei die wichtigste Veränderliche, die Luftfeuchtigkeit, in weiten Grenzen unabhängig ändern zu können, wurde nicht an einer Freileitung gemessen, sondern in einem abgeschlossenen Raum. Dabei wurde die jeweils 7 m lange Seilprobe in eine Reuse zentrisch eingehängt und auf Hochspannung gebracht. Die gemessenen Verluste lassen sich hinreichend genau auf die Verluste an einer Drehstromleitung umrechnen[5]).

Die Versuchseinrichtung zeigt Abb. 2. In einem nach allen Seiten abgeschlossenen Turm von 2,0 · 2,5 · 9,5 m hängt eine Reuse von 7 m Länge und 1,72 m Dmr. aus Drahtgeflecht. Der 4,8 m lange mittlere Meßabschnitt A bildet mit dem Seil den mit Verlusten behafteten Kondensator K_1 einer Scheringschen Brücke. Die 1,1 m langen Endabschnitte B gestalten das Feld im Meßabschnitt gleichmäßig. Als Vergleichskondensator dient der Preßgaskondensator C_2, dessen Gewicht gleichzeitig das Seil gespannt hält. Eine Zusatzeinrichtung R_5, C_5 dient zusammen mit R_4, C_4 und C_2 zur Messung des Übersetzungsverhältnisses des Transformators T[6]). Die sinusförmige Wechselspannung von maximal 154 kV, 50 Hz wird mit einer Durchführung in den Meßturm eingeführt. Als solche diente eine Kondensatordurchführung Reihe 60, die in eine Scheibendurchführung eingesetzt war. Die Spannung wurde durch eine Mittenanzapfung des Transformators gleichmäßig auf beide Durchführungen verteilt. In

Abb. 1. Koronaverlustkurven von Seilen bei verschiedenen Oberflächenzuständen und Luftfeuchtigkeiten

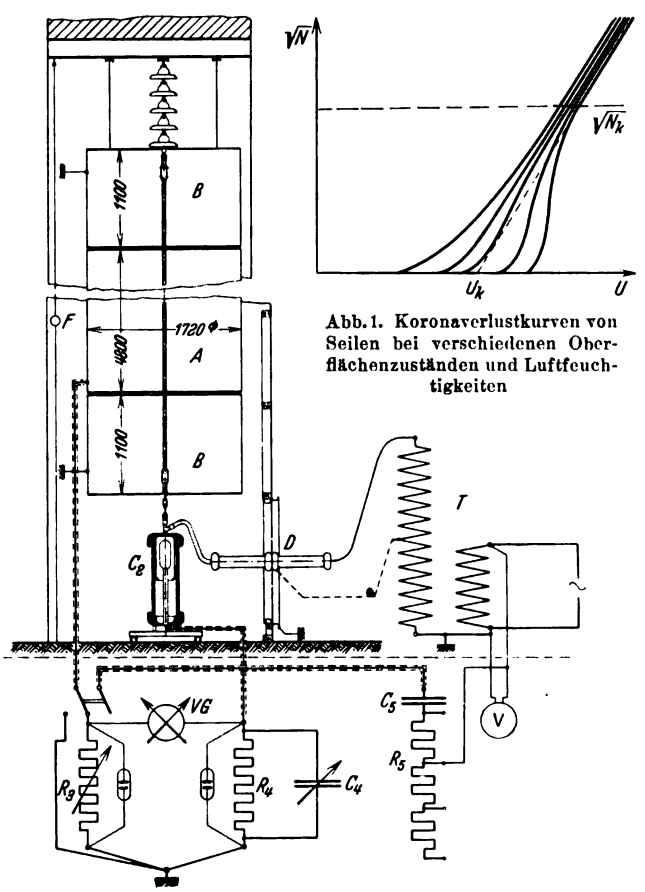


Abb. 2. Die Versuchseinrichtung für Spannungen bis 154 kV.

dem Turm wurden Temperaturen von 8 ··· 35 ° C, normal 16 ··· 24 ° C erreicht und dabei Luftfeuchtigkeiten von 25 bis 95 %. Höhere Werte der Luftfeuchtigkeit ließen sich schwer konstant halten. Geregelt wurde die Luftfeuchtigkeit durch Verdampfen von Wasser bzw. Aufstellen von Trockenmitteln. Sie wurde in den verschiedenen Höhen des Turmes mit einem Aspirationspsychrometer F gemessen, bei dem Thermoelemente verwendet wurden, um eine Fernablesung zu ermöglichen.

---

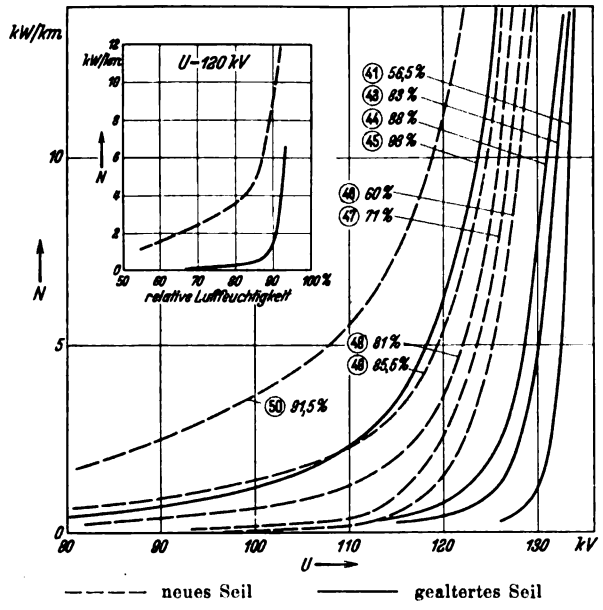
[1]) Potthoff, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 526 (1931).
[2]) Potthoff, Elektr.-Wirtsch. Bd. 32, S. 323 (1933).
[3]) Peek, Dielectric Phenomena in High Voltage Engineering, New York.
[4]) Weidig u. Jaensch, ETZ 1913, S. 637.
[5]) Potthoff, ETZ 1933, S. 169.
[6]) Schering u. Brülle, ETZ 1933, S. 51.

Digitized by Google

C. Meßergebnisse.

Eine kleine Auswahl der Meßergebnisse sei mitgeteilt. Ein 37drähtiges Aldrey-Vollseil von 25,4 mm Dmr. war in zwei Alterungszuständen angeliefert worden, fabrikneu sowie aus einer Freileitung ausgebaut. Zum Schutz der Seiloberflächen waren beide Proben für den Transport der ganzen Länge nach mit Papier umwickelt. Die fabrikneue Probe war sehr sauber, ohne merkliches Fett oder Schutzanstrich, die „alte" Probe war tiefschwarz.

Die Leiter wurden einzeln in die Reuse eingebracht und die Spannung auf 125 kV eingeregelt, so daß starke



——— neues Seil ——— gealtertes Seil

Abb. 3. Koronaverluste an einem Aldrey-Vollseil (25,4 mm Dmr.).

Korona eintrat. Nach rd. 1 h änderten sich die Verluste nicht mehr und die anschließend aufgenommenen Meßreihen ergaben sich als befriedigend reproduzierbar. Die Verluste wurden in bekannter Weise auf einen Luftdruck von 760 mm und eine Temperatur von 20 ° C umgerechnet. Abb. 3 und 4 zeigen Ergebnisse. Um sie z. B. auf eine Drehstromleitung mit 6 m Leiterabstand umzurechnen, muß man die Spannungen mit 2,52, die Leistungen mit 3 multiplizieren. Dargestellt sind die Ergebnisse der Reusenmessung. Sie zeigen:

1. Mit wachsender Luftfeuchtigkeit wachsen die Koronaverluste zunächst langsam und bei Feuchtigkeiten über 80 % sehr schnell an, also um so schneller, je mehr wir uns dem Taupunkt nähern.
2. Die Alterung der Seile verringert die Verluste wesentlich.
3. Der Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit ist am gealterten Seil kleiner als am neuen Seil.

Anschließend wurde das neue Seil sehr dünn mit weißer Vaseline eingerieben und die Meßreihen Abb. 4 aufgenommen. Die Messungen am ungefetteten neuen Seil sind nochmals eingetragen. Es folgt daraus:

4. Bei niedriger relativer Feuchtigkeit ändert die Fettung die Koronaverluste nicht, sie reduziert aber den Anstieg der Verluste mit wachsender Luftfeuchtigkeit so weit, daß die Koronaverluste fast feuchtigkeitsunabhängig werden.
5. Die sich wenig überschneidenden Kurvenscharen der Abb. 3 und 4 und aller übrigen Messungen lassen erkennen, daß sich Alterung und Fettung genau so auswirken wie eine Reduktion der Luftfeuchtigkeit.

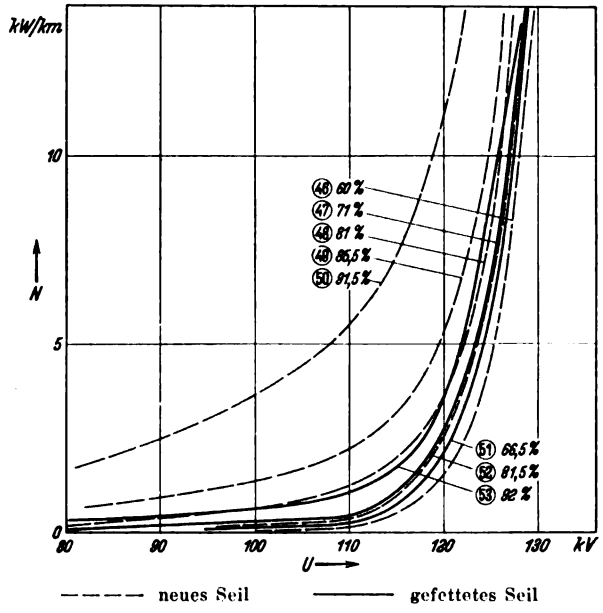
Weitere z. T. später aufgeführte Versuche ließen diese Feststellung noch dahin erweitern, daß auch der Leiterbaustoff bzw. sein Alterungszustand die Lage der jeweiligen Kurve in der Schar der möglichen Kurven bestimmt.

D. Die Wasserhauttheorie.

Da die aufgezählten Versuchsbedingungen für einen Leiter, wie Baustoff, Alterungszustand, Fettung und Luftfeuchtigkeit, physikalisch grundsätzlich verschiedener Natur sind, bleibt zu folgern:

Die Verluste werden in erster Linie durch eine übergeordnete physikalische Größe bestimmt, die selbst eine Funktion der aufgezählten vier Faktoren ist. Diese Größe ist die Stärke der Wasserhaut auf dem Leiter, je stärker sie ist, desto größer sind die Verluste.

Ehe wir auf den Zusammenhang zwischen Wasserhautdicke und Koronaverlusten eingehen, müssen wir uns allgemein mit den Wasserhäuten auf Metallen usw. beschäftigen. Leider ist darüber sehr wenig bekannt. Erst in allerletzter Zeit[7]) wurde das Problem wieder eingehender aufgegriffen. Am besten zeigen noch zwei ältere Arbeiten von Cohnstaedt[8]) Zusammenhänge. Aus seinen Untersuchungen ist zu folgern, daß an einem reinen Metall eine Wasserhaut haftet, die um so stärker ist, je weiter das Metall in der Spannungsreihe der Metalle



——— neues Seil ——— gefettetes Seil

Abb. 4. Koronaverluste an einem Aldrey-Vollseil (25,4 mm Dmr.).

(Zahlentafel 1) am negativen Ende steht. Wie intensiv diese Wasserhautbildung bei elektronegativen Metallen werden kann, wissen wir vom Natrium, das ja als Trockenmittel verwendet wird.

Zahlentafel 1. Spannungsreihe der Metalle.

Natrium	— 2,72	Wasserstoff	± 0
Aluminium	— 1,30	Kupfer	+ 0,35
Zink	— 0,76	Silber	+ 0,80
Eisen	— 0,34	Gold	+ 1,5
Blei	— 0,13	Graphit	+ 1,5

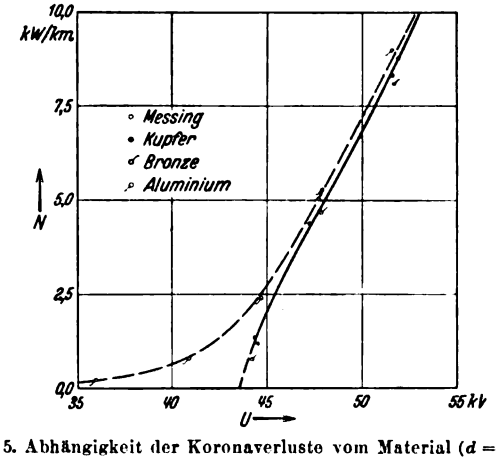


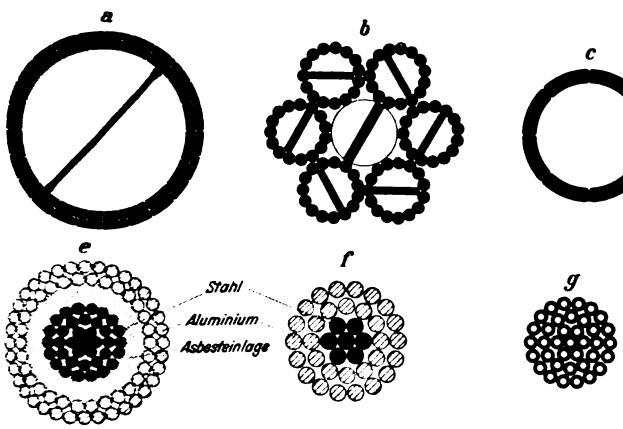
Abb. 5. Abhängigkeit der Koronaverluste vom Material ($d = 5$ mm).

Demnach muß am reinen Aluminium ohne Oxydschicht die Wasserhaut stärker sein als am Kupfer und, wenn unsere obige Behauptung stimmt, auch die Koronaverluste. Sorgfältige Messungen von Krull[9]) an verschiedenen Stoffen, die mit feinstem Schmirgelleinen kurz vor der Messung entoxydiert waren, zeigten das unter

[7]) Rehbinder, Kolloid.-Z., Bd. 65, S. 268 (1933).
[8]) Cohnstaedt, Beobachtungen über die Wasserhaut von Glas und Metallen. Die Wasserhauttheorie der elektroaktiven Oberflächen. Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1912.
[9]) Krull, Dissertation Hannover, erscheint demnächst.

Digitized by Google

konstanten atmosphärischen Bedingungen (auch konstante Luftfeuchtigkeit!) sehr schön (Abb. 5). Praktisch kann sich diese Eigenschaft des Aluminiums nicht auswirken, da die Wasserhaut auf frischen Metallflächen unter Oxydation des Materials schnell von selbst zerfällt, und zwar wieder um so schneller, je elektronegativer das Metall ist. Vom Natrium ist uns das wieder besonders gut bekannt. Man kann auch sagen: Das Material rückt bei der Oxydation der Oberfläche in der Spannungsreihe nach der positiven Seite und kann demnach nur eine dünne Wasserhaut halten.



a zweilagiges Kupferhohlseil mit Tragspirale (42 mm Dmr.)
b Litzenhohlseil (Aluminium, 42 mm Dmr.)
c einlagiges Kupferhohlseil (28 mm Dmr.)
d Stahlaluminium-Hohlseil (26,5 mm Dmr.)
e Stahlaluminiumseil mit Asbesteinlage (35 mm Dmr.)
f Stahlaluminiumseil (26 mm Dmr.)
g Aluminium-Hohldrahtseil (20 mm Dmr.)

Abb. 6. Verschiedene Seilkonstruktionen.

Mit der Stellung in der Spannungsreihe läßt sich nun aber nicht das Verhalten der Wasserhäute an Schutzschichten erklären, die auf den Leitern aufgebracht wurden, wie Schellack, Paraffin, Fett. (Die Möglichkeit ihrer praktischen Anwendbarkeit sei zunächst völlig außer Betracht gelassen.) Das Studium der Benetzbarkeit und der Neigung zur Wasserhautbildung solcher Stoffe ist begonnen[9a]); sicher weiß man, daß Paraffin der Stoff ist, der eine sehr geringe Neigung zeigt, Wasser anzunehmen. Paraffin muß also eine Ausnahmestellung zeigen; wenn man es für Schutzüberzüge benutzt, müssen die Koronaverluste besonders klein sein.

[9a]) Wie Fußnote 7.

E. Versuche zur Stützung der Wasserhauttheorie.

Um alle diese Fragen zu klären, wurden Versuche an einem 26,5 mm-Aluminiumhohlseil (Abb. 6 *d*) vorgenommen, das wegen seiner glatten Oberfläche das Aufbringen und Entfernen von Überzügen besonders leicht gestattete. Das angelieferte Seil wurde mit Benzin flüchtig gereinigt und zum Altern fünf Wochen im Freien aufgehängt. Dann wurden nach genügendem Einbrennen die Koronaverluste gemessen (Abb. 7). Das Ergebnis ist eine starke Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit. Der Umrechnungsfaktor für eine Freileitung mit 6 m Leiterabstand beträgt 2,50. Mit ihm sind die Spannungen in Abb. 7 zu multiplizieren, um die Verluste für einen Drehstromleiter bei der errechneten Spannung zu erhalten.

Es wurden nun systematische Änderungen der Oberfläche vorgenommen. Zunächst wurde das Seil gründlich mit Seifenwasser gewaschen und Meßreihe 154 (Abb. 8) bei 24 % relativer Luftfeuchtigkeit aufgenommen. Der starke Rückgang der Verluste, gemessen gegenüber 141 bis 144, ist nicht auf die niedrige relative Luftfeuchtigkeit, sondern auf die Säuberung des Seiles zurückzuführen. Die Reihe 154 diente weiterhin als Bezugsmeßreihe. Auf das Seil wurde nun Graphit in kolloidaler Form (Hydrokollag von J. D. Riedel—de Haën) aufgebracht, das sich in dieser Form besonders gut streichen ließ, und nach Trocknung des Graphits die Verluste gemessen. Sie sind (Reihe 155) merklich zurückgegangen und sind von der Luftfeuchtigkeit wenig abhängig, wie Reihe 156 ($f_{rel.} = 93\,\%$!) erkennen läßt. Auf dem Graphit muß — wenn die Cohnstaedtsche Behauptung auch auf ihn auszudehnen ist — die Wasserhaut dünner sein und damit die Verluste kleiner, was hier bestätigt wurde. Schaffen wir im Gegensatz dazu eine starke Wasserhaut auf der Oberfläche durch Anstreichen mit einer hygroskopischen Chlorkalziumlösung, so finden wir selbst bei niedriger relativer Luftfeuchtigkeit sehr hohe Verluste (Reihe 165). Da man hier nicht mehr von einer gleichmäßigen Wasserhaut sprechen kann — das Wasser haftet z. T. in Tropfen am Seil —, fällt die Reihe 165 durch ihren steileren Verlauf aus dem Rahmen der anderen Kurven heraus.

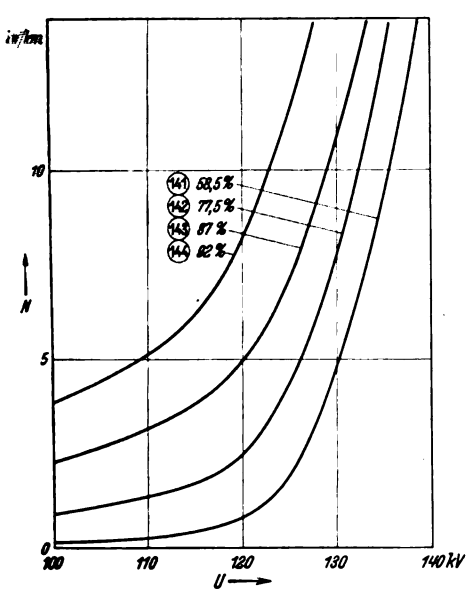


Abb. 7. Koronaverluste an einem Stahlaluminium-Hohlseil (26,5 mm Dmr). Kurzzeitig gealtertes Seil.

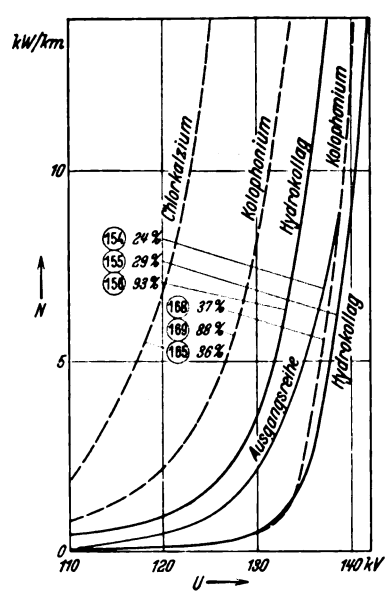


Abb. 8. Dasselbe Seil wie Abb. 7 nach verschiedener Oberflächenbehandlung.

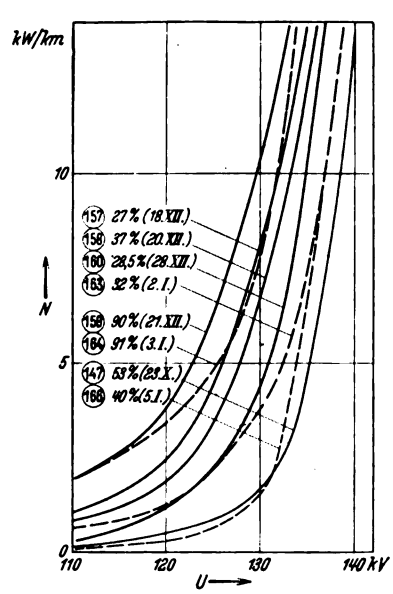


Abb. 9. Dasselbe Seil wie Abb. 7. Verluste abhängig von der Alterung.

Das gereinigte Seil wurde nun mit feinstem Karborundumpapier von der Oxydschicht befreit, die sich auf Aluminium bekanntlich leicht bildet. Nach Cohnstaedt bildet sich dann auf dem Metall sofort eine starke Wasserhaut; dementsprechend maßen wir die relativ hohen Verluste Reihe 157 (Abb. 9) bei 27 % relativer Luftfeuchtigkeit. Cohnstaedt fand nun experimentell den Zerfall dieser Haut im Laufe der Zeit. Dementsprechend wurden an dem sonst unveränderten Seil zwei Tage später die Ko-

Digitized by Google

ronaverluste merklich kleiner (Reihe 158). Bei daraufhin gesteigerter Luftfeuchtigkeit wuchsen die Verluste nur wenig an, weil offenbar diese noch dicke Wasserhaut ziemlich unabhängig von der Luftfeuchtigkeit ist. 10 und 15 Tage nach der ersten Versuchsreihe waren die Verluste bei geringer relativer Luftfeuchtigkeit weiter stark gesunken (160 und 163), dafür stiegen sie aber bei hoher Luftfeuchtigkeit jetzt wieder stark an (164); die Wasserhaut ist noch dünner geworden und von der Luftfeuchtigkeit stärker abhängig.

Im unteren Teil lagen die Kurven 163 und 164 ungewöhnlich hoch. Dies war auf eine Verstaubung des Leiters in der Zwischenzeit zurückzuführen. Abwaschen des Leiters brachte sofort eine Senkung der Verlustkurve im unteren Teil (166). Damit war auch ungefähr der Anschluß an eine 2½ Monate früher unter ähnlichen Oberflächenbedingungen aufgenommene Meßreihe 147 erzielt.

Vor allem durch die genannten russischen Arbeiten war bestätigt worden, daß Wasser nur eine sehr geringe Neigung besitzt, auf Paraffin eine zusammenhängende Haut zu bilden. Entsprechend nehmen paraffinierte Leiter auch in bezug auf Koronaverluste ein besonderes Verhalten ein (Abb. 10, Reihen 184, 185), das sich weniger in einem Heraufsetzen der Anfangspannung als vielmehr in einem Überschneiden der Kurven bei Änderung der Luftfeuchtigkeit äußerte. Dies wurde auch bei anderen Oberflächen, nie aber bei so niedriger Leistung gemessen. Vermutlich werden bei höherer Spannung die lose aufsitzenden Wasserteilchen abgeschleudert, und die höhere Durchbruch-Feldstärke der feuchten Luft[10]) tritt in Erscheinung. Daher kommen die Verlustkurven mit wachsender Spannung zur Überschneidung. Weit schlechter als Paraffin verhält sich bei höherer Luftfeuchtigkeit Kolophonium (168, 169, Abb. 8). Es ist damit dem Einwand entgegengetreten, daß das Verhalten des Paraffins auf seine isolierenden Eigenschaften zurückzuführen ist. Noch günstiger als Paraffin war Schellack (181, 182, Abb. 10). Auch hier überschneiden sich die Kurven bei rd. 20 kW/km (im allgemeinen wurden die Leistungen bis 25 kW/km gemessen).

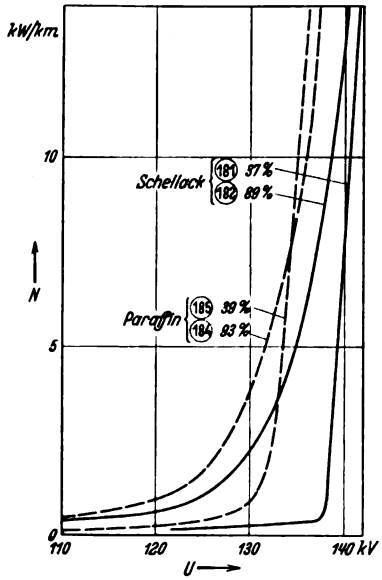


Abb. 10. Dasselbe Seil wie Abb. 7. Verluste nach Behandlung mit Paraffin und Schellack.

Läßt sich also ein Material finden, das die guten Eigenschaften des Schellacks dauernd beibehält, so ist damit die Möglichkeit gegeben, die Koronaverluste wesentlich herabzudrücken. Man kommt für eine bestimmte Spannung mit dünneren Leitern aus und braucht — vor allem bei Verwendung von Leichtmetallen — nicht zum teureren Hohlseil überzugehen. Das dünne Seil wirkt sich bei steilen Wanderwellen günstig aus, da infolge des steilen Anstieges der Verlustkurven mit der Spannung nach Erreichung der Anfangspannung die Wanderwellen stark durch Korona gedämpft werden. Dagegenzuhalten sind die beim Fahren im Erdschluß u. U. höheren Verluste.

Um nun zu zeigen, daß die bisherigen Betrachtungen auch am Leiter mit unrunder Oberfläche gelten, wurde ein 120 mm²-Aluminiumseil mit 19 runden Drähten, das stark gealtert war, mit und ohne Schellackanstrich gemessen. Abb. 11 zeigt starke Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit beim nicht schellackierten Seil (Reihen 30 bis 34), geringe Abhängigkeit und verringerte Verluste am schellackierten Seil (186 und 187). Auf das Überschneiden der letzten beiden Kurven sei aufmerksam gemacht.

[10]) Schumann, Elektrizitätsdurchgang durch Gase, S. 7. Julius Springer, Berlin.

F. Zusammenhang zwischen Wasserhaut und Koronaverlusten. Anschluß an bekannte Beobachtungen.

Weitere Versuche bei konstanter relativer Luftfeuchtigkeit (< 50 %) in einem Temperaturbereich von 10 bis 35 ° C hatten gezeigt, daß die Verluste von der Temperatur angenähert in der Weise abhingen, wie Peek es angegeben hatte, daß sich also die Anfangspannung proportional der relativen Luftdichte änderte und die Verlustkurven sich um einen entsprechenden Betrag in Richtung der Spannung verschoben. Da sich bei diesen Versuchen die absolute Luftfeuchtigkeit also in weiten Grenzen änderte, konnte keine Abhängigkeit der Verluste von ihr festgestellt werden. Hiermit war gezeigt, daß Anzahl und Größe der Wasserteilchen im umgebenden Luftraum für die Verluste von untergeordneter Bedeutung sein mußten. Es bleibt so nur die Aufgabe, den physikalischen Zusammenhang zwischen Wasserhautdicke und Verlusten zu klären. Wir ziehen zu dem Zweck anderes Versuchsmaterial heran.

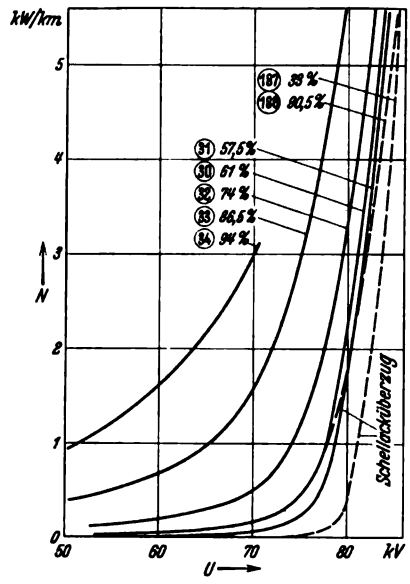


Abb. 11. Koronaverluste an einem Aluminiumseil ($d = 14{,}0$ mm, $q = 120$ mm²).

Maßgebend für das Einsetzen der Verluste mit gesteigerter Spannung ist in erster Linie der Auslöseprozeß von Elektrizitätsteilchen an der Oberfläche des Leiters, der nach Anlegen einer Spannung mit einer gewissen Verzögerung (Funkenverzögerung) einsetzt. Von diesem Entladeverzug wissen wir, daß er klein ist (Messungen an Kugeln)

1. bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit[11]), [12]),
2. an „aktivierten" Elektroden (mit Karborundumpapier abgeriebenen Elektroden),
3. bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht.

Wir wissen weiterhin, daß 100 % relative Luftfeuchtigkeit genau so vermindernd auf den Entladeverzug wirken wie ultraviolettes Licht. (Nach sorgfältigen Messungen von Ritz[13]) im homogenen Feld.) Der Zusammenhang ist einfach der, daß alle drei aufgezählten Faktoren die Wasserhaut verdicken, wie Cohnstaedt[8]) maß. Ultraviolettes Licht muß also auch die Koronaverluste vergrößern; das maß Krull[9]). An scharfen Spitzen kann sich vermutlich keine Wasserhaut ausbilden; hier muß also ultraviolettes Licht auf den Entladeverzug ohne Wirkung bleiben, wie Strigel[14]) bestätigte.

Nach den angeführten Koronaversuchen ist zu erwarten, daß der Entladeverzug bei verschiedenen Metallen und Oxyden von der Stellung dieser Stoffe in der elektrischen Spannungsreihe abhängt. In der Tat fand Strigel[15]) wachsende Verzögerung in der Reihenfolge: Elektron, Aluminium, Schmiedeeisen, Silber, Kupfer, Kupferoxyd. Diese Reihenfolge stimmt mit der Spannungsreihe überein bis auf das Silber, das vielleicht legiert war. Wir sehen hierin eine Stütze unserer Auffassung, daß die Koronaverluste von der Wasserhaut und deren Einfluß auf die Funkenverzögerung abhängen. Nach dieser Vorstellung können wir ferner über den Verlauf der Koronaverluste als Funktion der Spannung voraussagen: Ist die an den Leiter angelegte maximale Wechselspannung nur wenig höher als die mögliche minimale Auslösespannung, so nimmt die Funkenverzögerung solche Werte an, daß sie auch bei 50 Hz die Koronaverluste beeinflussen kann. Ist die maximale Wechselspannung erheblich höher, so geht die Verzögerungszeit wesentlich zurück, und die Verluste werden unabhängig von der Funkenverzögerung und

[11]) Strigel, Wiss. Veröff. Siemens-Konz., Bd. 11, S. 52 (1932).
[12]) Warburg, Wiedemanns Ann. Bd. 59, S. 1 (1896); Bd. 62, S. 285 (1897).
[13]) Ritz, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 219 (1932).
[14]) Strigel, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, S. 377 (1933).
[15]) Strigel, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, S. 137 (1933).

Digitized by Google

somit auch von den Oberflächenbedingungen. Der nach der dargelegten Theorie zu erwartende Verlauf der Koronaverluste stimmt überein mit dem in Abb. 1 nach Messungen dargestellten typischen Verlauf.

Eine Reihe von Beobachtungen bei den Messungen stützen weiterhin die Wasserhauttheorie. Man beobachtet so z. B. bei geringem Überschreiten der Anfangspannung ein dauerndes Wandern der Koronabüschel, die sich offenbar immer neue „feuchte" Stellen aussuchen, während sich auf den „getrockneten" Feuchtigkeit niederschlägt. Das Gleichgewicht stellt sich meist nach Minuten ein. Beim Anlegen der Spannung sind wegen der gleichmäßigen Bedeckung der Oberfläche mit der Wasserhaut die Koronaverluste stets größer. Bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit geht die Befeuchtung getrockneter Stellen natürlich wesentlich schneller vor sich, so daß in diesem Falle auch das Gleichgewicht nach Anlegen der Spannung schneller erreicht wird. Ungeklärt blieb, warum der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Koronaverluste bei Werten unter 50 % so vernachlässigbar klein wurde. Dieselbe Erscheinung tritt übrigens auch auf bei den dielektrischen Verlusten von Luftkondensatoren[16]), [17]) und der Überschlagspannung von Isolatoren[18]). In beiden Fällen hat die Luftfeuchtigkeit nur Einfluß, wenn sie 50 % überschreitet.

G. Praktische Folgerungen aus den Versuchen.

Alle dargestellten Versuche lassen erkennen, daß die Angabe einer eindeutigen Anfangsfeldstärke schwer möglich ist. Einige Zahlen seien trotzdem mitgeteilt. Aus den Messungen bei niedrigen relativen Luftfeuchtigkeiten wurden „kritische Spannungen" extrapoliert, indem der nahezu geradlinige Teil der Verlustkurven bis zur Abszissenachse verlängert wurde. Bei dieser Spannung waren dann aber schon Verluste von etwa 1 kW/km bei Seilen von 10 mm Dmr. und 5 kW/km bei Seilen von 25,4 mm Dmr. vorhanden! Aus diesen Spannungen wurde unter Verwendung des größten Leiterdurchmessers für die Rechnung die Feldstärke am Leiter bestimmt, ohne daß also „Seilfaktoren" berücksichtigt wurden.

Ein genügend zusammenhängendes Versuchsmaterial bestand nur für Aluminium. Es wird in Zahlentafel 2 mitgeteilt.

Hierüber hinaus Formeln zur Berechnung der Verluste anzugeben, dürfte verfrüht sein. Als praktisch wichtige Feststellungen bleiben:

1. Aluminium und Kupfer sind gealtert praktisch gleichwertig in bezug auf Koronaverluste. Aluminium ist in trockener Luft ($f_{rel.} < 70\,\%$) günstiger, in feuchter Luft bisweilen ungünstiger. Selbstverständlich ist das leitwertgleiche Aluminiumseil größeren Durchmessers stets überlegen.
2. Seile mit glattem Außenprofil bringen keine merkliche Verkleinerung der Verluste[19]).
3. Säuberung der Seile vor dem Auflegen verkleinert die Verluste sehr[20]).
4. Das Überziehen der Freileitungseile mit einem lange Zeit klebrig bleibenden Schutzanstrich, der die Alterung verhindert, hat sich hinsichtlich der Koronaverluste als ungünstig erwiesen.
5. Nachteilig sind Seilkonstruktionen, bei denen sich besonders große Mengen von Fett oder Öl bei der Herstellung im Innern des Seiles ansammeln können, z. B. Seile mit Einlagen aus Asbest, Hanf oder dgl. Sie zeigen besonders hohe Verluste im neuen Zustand, und das aus dem Seilinnern nicht entfernbare schmutzige Fett verhindert das Altern der Seile über Monate hinaus, ohne daß die Vorteile des reinen Fettes bemerkbar werden.

Mit dem Verbrauch von Schmiermitteln sollte man bei der Herstellung von Höchstspannungseilen also sparsam sein oder für ihre Entfernung nach Fertigstellung des Seiles Sorge tragen[21]).

Die Seile wurden von den Vereinigten Aluminiumwerken Lautawerk sowie eine Probe von der Preag zur Verfügung gestellt. Der Meßaufbau wurde z. T. mit Mitteln der Hochschulgemeinschaft der T. H. Hannover beschafft und die Messungen z. T. im Rahmen des Freiwilligen Arbeitsdienstes bzw. Ingenieurdienstes durchgeführt. Es sei hiermit allen, insbesondere Herrn Prof. Dr. Schering, für die Förderung der Arbeit gedankt.

Zahlentafel 2.

Durchmesser mm	kritische Feldstärke kV_{eff}/cm	Bemerkungen
10,5	22,7	19 Drähte gealtert
12,5	22,3	19 „ „
14,0	23,4	19 „ „
18,5	24,8	37 „ eloxiert, neu
20,0	23,6	37 „ gealtert
25,4	24,5	37 „ „
26,5	23,8	Profildraht, glattes Seil, gealtert
26,5	25,1	„ „ „ „ , paraffiniert

[16]) Churcher u. Dannat, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 1019 (1931).
[17]) Scott, Bousman, Benedict, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 47, S. 361 (1928); ETZ 1929, S. 199.
[18]) Ritz, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 58 (1932).
[19]) S. a. Biermanns, ETZ 1927, S. 1331.
[20]) S. a. Caroll, Brown, Dinapoli, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 987 (1930).
[21]) Seile, die der Einwirkung von Regentropfen ausgesetzt sind, neigen weniger zu Dauerschwingungsbrüchen, wenn sie gefettet sind. Vor- und Nachteile des Fettens bleiben also gegen einander abzuwägen [s. Schwinning u. Dorgerloh, Mitt. dtsch. Ges. Metallkde. Bd. 26, S. 162 (1934)].

Die Stabilität selbsterregter Generatoren bei Belastung auf konstanten Widerstand.

Von Dr.-Ing. F. Stier, Berlin.

Übersicht. Die Stabilität selbsterregter Generatoren bei Belastung auf konstanten äußeren Widerstand wird untersucht. Es zeigt sich, daß die Stabilität des selbsterregten Generators bei Belastung nur im Zusammenhang mit den Eigenschaften des Antriebsmotors erfaßt werden kann, da die Stabilität des Generators von der Drehzahlkennlinie des Antriebsmotors abhängt. Man kann also überhaupt nicht von der Stabilität eines selbsterregten Generators allein sprechen, sondern nur von der Stabilität eines Satzes, bestehend aus Generator und Antriebsmotor. Es ergibt sich, daß der selbsterregte Generator bei Belastung auch ohne gekrümmte magnetische Kennlinie vollkommen stabil arbeiten kann. Er arbeitet um so stabiler, je stärker die Drehzahl des Antriebsmotors mit zunehmender Belastung abfällt.

Die bisher bekannten Untersuchungen über die Stabilität der Selbsterregung haben keine allgemeine Gültigkeit, da eine stete von der Belastung unabhängige Drehzahl vorausgesetzt ist[1]). Sie gelten also nur für den am meisten verbreiteten Antrieb, bei dem die selbsterregte Erregermaschine starr mit der auf ein Netz arbeitenden Synchronmaschine gekuppelt ist. In zahlreichen Fällen aber, z. B. bei langsamlaufenden, durch Wasserturbinen angetriebenen Synchronmaschinen, werden die Erregermaschinen getrennt angetrieben. Auch die selbsterregten Drehstrom-Erregermaschinen in ihren mannigfaltigen Ausführungsformen erhalten meist einen eigenen Antriebsmotor. Man erhält nun ganz andere Stabilitätsbedingungen bei einer mit der Belastung stark veränderlichen Drehzahl als bei steter, von der Belastung unabhängiger Drehzahl. Der Einfluß der Drehzahlkennlinie des Antriebsmotors auf die Stabilität der Selbsterregung soll deshalb hier untersucht werden. Die folgenden Untersuchungen werden der Anschaulichkeit halber an selbsterregten Gleichstrommaschinen durchgeführt. Eine entsprechende Behandlung der selbsterregten Drehstrom-Erregermaschinen soll einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

[1]) Z.B. R. Richter, Elektr. Maschinen Bd. 1, S. 494.

1. Die Stabilität der Selbsterregung eines Gleichstrom-Nebenschlußgenerators bei Antrieb mit konstanter, von der Belastung unabhängiger und bei Antrieb mit von der Belastung abhängiger Drehzahl.

Es wurde ein normaler Gleichstromgenerator für $N_N = 23$ kW und $U_N = 100$ V untersucht, der von einem fremderregten, an ein Netz fester Spannung angeschlossenen Gleichstrommotor angetrieben wurde. Bei Vernachlässigung des geringen Drehzahlabfalles ist dann die magnetische Kennlinie bei konstanter Drehzahl für die Selbsterregungsbedingungen maßgebend. Die Kurve

Digitized by Google

a in Abb. 1 zeigt den auf- und absteigenden Ast der magnetischen Kennlinie bei konstanter Drehzahl (n = 880 U/min) und bei Belastung auf einen konstanten äußeren Widerstand ($R = 0{,}43\ \Omega$). Bei der Aufnahme dieser Kurve wurde die Klemmenspannung U durch den Widerstand r im Erregerkreis geregelt, dessen Kleinstwert gleich dem Widerstand der Erregerwicklung selbst ist. Den Zusammenhang zwischen der Klemmenspannung U und dem Widerstand r zeigt Kurve *b* in Abb. 1. Bei gleicher Widerstandsänderung ergeben sich für den absteigenden Ast wesentlich kleinere Spannungsänderungen als für den aufsteigenden Ast. Für diesen liegen die größten Spannungsänderungen in dem Spannungsbereich von 20 bis 45 V.

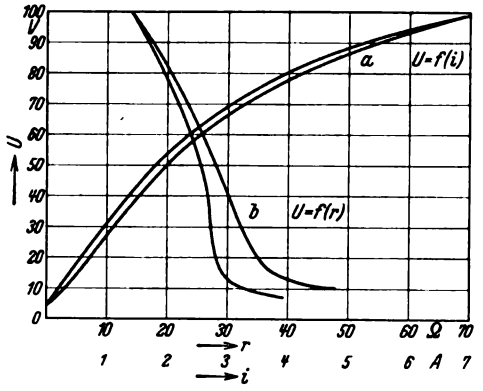


Abb. 1. Kennlinien eines Gleichstrom-Nebenschlußgenerators für 23 kW, 100 V, bei Belastung auf einen konstanten Widerstand von $R = 0{,}43\ \Omega$ und bei konstanter Drehzahl ($n = 880$ U/min).

Nun wurde derselbe Generator mit veränderlicher, von der Belastung stark abhängiger Drehzahl angetrieben. Dies wurde dadurch erzielt, daß der Ankerkreis des fremderregten Gleichstrommotors über einen Widerstand an ein Netz konstanter Spannung angeschlossen wurde. Bei dieser Anordnung ist die Drehzahl linear vom Drehmoment abhängig. Spannung und Vorschaltwiderstand wurden so gewählt, daß die Drehzahl von $n = 1510$ U/min bei Leerlauf auf $n = 890$ U/min bei Nenndrehmoment abfiel. Für diese Verhältnisse zeigt Abb. 2 einmal in Kurve *a* die

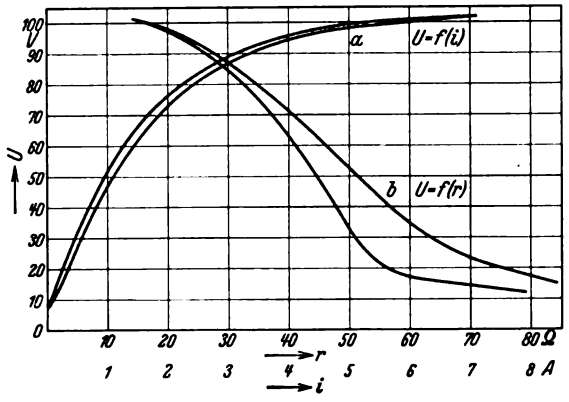


Abb. 2. Kennlinien eines Gleichstrom-Nebenschlußgenerators für 23 kW, 100 V, bei Belastung auf einen konstanten Widerstand von $R = 0{,}43\ \Omega$ und bei mit zunehmender Belastung sinkender Drehzahl von $n = 1510$ U/min bei Leerlauf auf $n = 890$ U/min bei Nennleistung.

magnetische Kennlinie bei Belastung auf einen konstanten äußeren Widerstand ($R = 0{,}43\ \Omega$), weiter in Kurve *b* die Abhängigkeit der Klemmenspannung (U) vom Gesamtwiderstand des Erregerkreises (r). Die Spannungsänderung bei gleicher Widerstandsänderung ist hier erheblich kleiner als im ersten Falle bei Antrieb mit konstanter, von der Belastung unabhängiger Drehzahl.

In Abb. 3 ist für den ungünstigen aufsteigenden Ast der magnetischen Kennlinien *b* aus Abb. 1 und 2 die Zunahme der Klemmenspannung ΔU bei Abnahme des Widerstandes im Erregerkreis um 1 Ω ($\Delta r = -1\ \Omega$) in Abhängigkeit von der Klemmenspannung U dargestellt. Diese Änderung der Klemmenspannung zeigt Kurve *I* bei Antrieb mit konstanter Drehzahl und Kurve *II* bei Antrieb mit veränderlicher Drehzahl. Der Unterschied im Verlauf beider Kurven, der nur durch die Antriebsart bedingt ist, ist im Spannungsbereich 0 ··· 45 V besonders groß. Dieser Spannungsbereich entspricht dem linearen Teil der magnetischen Kennlinie. Die Änderung der Klemmenspannung ΔU bei gegebenem Δr ist ein Maß für die Stabilität. Es sollen die größten Spannungsänderungen für beide Antriebsarten verglichen werden. Für den Fall, daß der Gleichstrom-Nebenschlußgenerator mit konstanter, von der Belastung unabhängiger Drehzahl angetrieben wird, ist die größte Zunahme der Klemmenspannung $\Delta U = 17$ V bei $\Delta r = -1\ \Omega$. Bei Antrieb desselben Generators mit veränderlicher, und zwar mit bei steigendem Drehmoment linear abfallender Drehzahl ist die Spannungserhöhung nur $\Delta U = 4$ V bei $\Delta r = -1\ \Omega$.

Die bisherigen Ergebnisse haben gezeigt, daß die Stabilität der Klemmenspannung bei gegebener Widerstandsänderung im Erregerkreis bei ein und demselben Generator stark von der Art des Antriebes abhängt. Auf dieser Grundlage kann nun der Einfluß einer zufälligen Spannungschwankung an den Klemmen des Antriebsmotors auf die Spannung des selbsterregten, auf konstanten äußeren Widerstand belasteten Gleichstromgenerators untersucht werden.

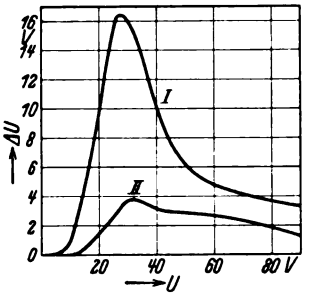


Abb. 3. Spannungszunahme für $\Delta r = -1\ \Omega$ in Abhängigkeit von der Spannung bei konstanter Drehzahl (*I*) und bei mit zunehmender Belastung sinkender Drehzahl (*II*).

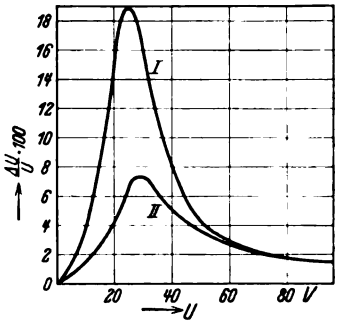


Abb. 4. Spannungszunahme für eine Spannungschwankung von + 1 % am Antriebsmotor bei von der Belastung unabhängiger Drehzahl (*I*) und bei mit zunehmender Belastung sinkender Drehzahl (*II*).

Die Untersuchung beschränkt sich wieder auf den aufsteigenden Ast der magnetischen Kennlinie, der hinsichtlich der Spannungstabilität empfindlicher ist als der absteigende Ast. Es wird also nur der Einfluß einer Spannungserhöhung am Antriebsmotor bestimmt. Beim fremderregten Gleichstrommotor, dessen Ankerkreis direkt am Netz liegt, ändert sich die Drehzahl annähernd proportional der Netzspannung. Damit ändert sich auch bei gegebenem Erregerstrom die induzierte Generatorspannung proportional der Netzspannung. Dies gilt, da bei konstantem äußerem Belastungswiderstand der Generatorstrom sich ebenfalls in demselben Verhältnis ändert, auch für die Klemmenspannung (bei Vernachlässigung der Feldverzerrung). Man erhält also die der geänderten Spannung am Antriebsmotor entsprechende magnetische Kennlinie, indem man für verschiedene Werte des Erregerstromes die Spannungswerte der ursprünglichen magnetischen Kennlinie proportional der geänderten Spannung am Antriebsmotor umrechnet. Der Schnittpunkt der Widerstandsgeraden mit dieser neuen magnetischen Kennlinie ergibt dann die der erhöhten Spannung am Antriebsmotor entsprechende Generatorspannung. Praktisch wird die neue Generatorspannung dadurch gefunden, daß man die ursprüngliche magnetische Kennlinie beibehält, jedoch die Steigung der Widerstandsgeraden umgekehrt proportional mit der Spannung am Antriebsmotor ändert. Die am Schnittpunkt dieser neuen Widerstandsgeraden mit der magnetischen Kennlinie abgelesene Spannung wird proportional der Spannung am Antriebsmotor umgerechnet zur neuen Generatorspannung. Mit Hilfe von Abb. 1 und 3 ergibt sich also die Spannungserhöhung des Generators bei einer Vergrößerung der Spannung am Antriebsmotor um 1 % folgendermaßen: Man erhält aus Abb. 1, Kurve *b* z. B. bei einer Spannung von 30 V einen Erregerkreis-Widerstand von 27 Ω, damit ist $\Delta r = -0{,}01 \times 27 = -0{,}27\ \Omega$; dieser Widerstandsverringerung entspricht nach Abb. 3, Kurve *I*, eine Spannungserhöhung von $\Delta U_1 = 0{,}27 \cdot 16 = 4{,}32$ V; hinzu kommt noch die der Spannung am Antriebsmotor entsprechende proportionale Erhöhung der Generatorspannung $U + \Delta U_1$ um $\Delta U_2 = 0{,}01 \cdot 34{,}32 = 0{,}34$ V; die gesamte Spannungserhöhung beträgt also $\Delta U = 4{,}32 + 0{,}34 = 4{,}66$ V, d. h. $4{,}66/30 \cdot 100 =$

Digitized by Google

15,5 % der ursprünglichen Spannung bei 1 % Spannungserhöhung am Antriebsmotor. Während sich beim fremderregten Generator die Generatorspannung einfach proportional mit der Spannung am Antriebsmotor ändert, ergeben sich beim selbsterregten Generator weit größere Spannungschwankungen besonders im ungesättigten Bereich der magnetischen Kennlinie. In Abb. 4 stellt Kurve *I* die prozentuale Spannungserhöhung am Generator dar bei Antrieb mit von der Belastung unabhängiger Drehzahl für eine Spannungserhöhung am Antriebsmotor von 1 %.

Auch im zweiten Falle, beim Antrieb des Generators durch einen fremderregten Gleichstrommotor, dessen Anker über einen Vorschaltwiderstand am Netz liegt, ist bei gegebenem Erregerstrom des Generators die Generatorspannung genügend genau proportional der Netzspannung. Man kann also in der gleichen Weise wie oben die magnetische Kennlinie umrechnen, indem man bei gegebenen Erregerströmen die Spannungen proportional mit der Netzspannung heraufsetzt oder indem man die magnetische Kennlinie beibehält und die Steigung der Widerstandsgeraden umgekehrt proportional mit der Netzspannung ändert und den mit der gegebenen magnetischen Kennlinie erhaltenen Schnittpunkt umrechnet. So erhält man für eine Spannungserhöhung der Netzspannung von 1 % aus Abb. 2 und 3 die in Abb. 4, Kurve *II*, dargestellten prozentualen Änderungen der Generatorspannung bei Antrieb mit veränderlicher, mit zunehmendem Drehmoment linear abfallender Drehzahl. Ein Vergleich der beiden Kurven in Abb. 4 zeigt auch hier, daß bei gegebener Schwankung der Spannung des Netzes, an dem der Antriebsmotor liegt, die Spannungsänderung des Generators stark von der Art des Antriebes abhängt. Die abweichende Größe der Spannungsänderung ist wieder besonders im ungesättigten Bereich der magnetischen Kennlinie augenfällig. Für das gewählte Beispiel ergibt sich bei Antrieb mit veränderlicher, bei Belastung sinkender Drehzahl eine größte prozentuale Spannungsänderung von nur 7 % gegenüber 19 % bei Antrieb mit konstanter Drehzahl.

2. Die Stabilität des Gleichstrom-Reihenschlußgenerators mit geradliniger magnetischer Kennlinie.

Im ersten Teil wurde ein ausgeführter normaler Gleichstrom-Nebenschlußgenerator untersucht. Es ergab sich, daß nicht der Generator allein, sondern auch die Antriebsart die Stabilität der Selbsterregung bestimmt. Besonders im geradlinigen Teil der magnetischen Kennlinie beeinflußte die Drehzahlkennlinie des Antriebsmotors die Stabilität der Generatorspannung in hohem Maße. Um den weitgehenden Einfluß der Drehzahlkennlinie des Antriebsmotors auf die Stabilität des Generators noch klarer zu zeigen, soll deshalb im folgenden ein selbsterregter Generator mit geradliniger magnetischer Kennlinie ohne jede Sättigung theoretisch untersucht werden. Die Annahme einer geradlinigen magnetischen Kennlinie ist für elementare Untersuchungen durchaus gebräuchlich. Für die Untersuchung von Selbsterregungsvorgängen ist jedoch die geradlinige magnetische Kennlinie bisher nicht zugrunde gelegt worden, da ja allgemein angenommen wurde, daß der selbsterregte Generator nur auf dem gekrümmten Teil seiner bei konstanter Drehzahl aufgenommenen magnetischen Kennlinie arbeiten kann. Statt eines Nebenschlußgenerators wird ein Reihenschlußgenerator in diesem Abschnitt untersucht, um die allgemeine Bedeutung der Ergebnisse hervorzuheben.

Der Reihenschlußgenerator wird zunächst durch einen Synchronmotor angetrieben, dessen Ständer an einem Drehstromnetz konstanter Spannung und Frequenz angeschlossen ist, und wird wieder auf einen konstanten äußeren Widerstand belastet. Die magnetische Kennlinie des Generators bei Belastung auf konstanten Widerstand R ist gegeben durch die Gleichung

$$U_g = (a\, I_g + b)\, n, \tag{1}$$

worin U_g die Klemmenspannung, n die Drehzahl, I_g der Belastungstrom und $b\,n$ die Remanenzspannung bei der Drehzahl n ist. Der Festwert a ist bestimmt durch die Gleichung

$$a = a_0 \frac{R_P}{R_P + R_H}, \tag{2}$$

wo R_P und R_H die Widerstände vom Parallelkreis zur Erregerwicklung und der Erregerwicklung selbst sind und a_0 ein Maschinenfestwert ist.

Die Verluste im Generator und im Antriebsmotor sollen im folgenden vernachlässigt werden. Bei konstantem Belastungswiderstand R ergibt sich dann aus Gl. (1) mit der Bedingung $U_g = R\, I_g$

für den Strom
$$I_g = \frac{b\,n}{R - a\,n}, \tag{3}$$

für die Spannung
$$U_g = \frac{b\,n}{1 - \frac{a}{R}\,n}, \tag{4}$$

für das Drehmoment
$$M_g = \frac{U_g^2}{2\pi R\,n} = \frac{\frac{b^2}{R}\,n}{2\pi\left(1 - \frac{a}{R}\,n\right)^2}. \tag{5}$$

Aus den Gleichungen (3), (4) und (5) geht hervor, daß Strom, Spannung und Drehmoment unendlich groß werden, wenn die Bedingungsgleichung $a\,n = R$ erfüllt ist. An Hand eines Zahlenbeispiels soll Gl. (4) näher erläutert werden. Als Nenngrößen soll $U_N = 100$ V, $I_N = 10$ A, $n_N = 10$ U/s angenommen werden, der Belastungswiderstand beträgt dann $R = 10\,\Omega$. Die Remanenzspannung bei Nenndrehzahl sei $b\,n_N = 2$ V, also $b = 0{,}2$ Vs.

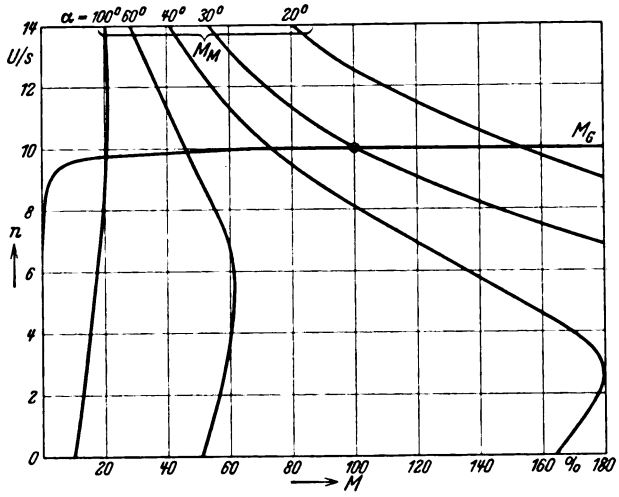


Abb. 5. Drehmoment-Kennlinien des Drehstrom-Reihenschlußmotors (M_M) bei verschiedenen Bürstenwinkeln α und des Reihenschlußgenerators (M_G).

Die Drehzahl ist ausschließlich gegeben durch die Frequenz des Drehstromnetzes und unabhängig von der Belastung durch den Reihenschlußgenerator, da der Synchronmotor jedes vom Generator verlangte Drehmoment bis zum Kippmoment bei synchroner Drehzahl abgibt. Bei Untersuchung des Einflusses der Größen a und R auf die Größe der Klemmenspannung kann also die Drehzahl n als konstant vorausgesetzt werden. Für einen Belastungswiderstand von $R = 10\,\Omega$ ergibt sich nach Gl. (4) für $a = 0{,}98\,\Omega$s die Nennspannung $U_N = 100$ V bei $n_N = 10$ U/s. Vergrößert man den Festwert a durch Regelung des Parallelwiderstandes um 1 % auf $a = 1{,}01 \cdot 0{,}98\,\Omega$s, so erhält man eine Spannungserhöhung um 96 % und eine Leistungssteigerung von 285 %, falls der Synchronmotor nicht außer Tritt fällt. Bei Verringerung von a um 1 % auf $a = 0{,}99 \cdot 0{,}98\,\Omega$s erniedrigt sich die Spannung auf 67 V, auch hier beträgt die Spannungsänderung noch 33 % der Nennspannung. Wie die Gl. (4) lehrt, ergeben sich bei Änderung des Belastungswiderstandes ungefähr die gleichen Spannungsänderungen, jedoch in der Weise, daß bei Verringerung des Belastungswiderstandes die Spannung zunimmt und umgekehrt bei Vergrößerung des Belastungswiderstandes die Spannung abnimmt. Es soll noch kurz der Einfluß einer willkürlichen Drehzahlschwankung geklärt werden, die nur von einer entsprechenden Frequenzschwankung im Drehstromnetz herrühren kann. Nach Gl. (4) entspricht einer Zunahme der Frequenz und damit der Drehzahl n um 1 % eine Spannungsteigerung um 100 % von 100 V auf 200 V, einer Abnahme der Drehzahl um 1 % eine Spannungsverringerung um 34 %. Es ist selbstverständlich, daß unter diesen Bedingungen ein Betrieb praktisch unmöglich ist. Jedoch geht aus den Ausführungen hervor, daß diese unmöglichen Betriebsbedingungen nicht dem Reihenschlußgenerator mit geradliniger magnetischer Kennlinie zugeschrieben werden können, sondern der unglücklich gewählten Antriebsart durch einen Synchronmotor.

Digitized by Google

Im weiteren soll deshalb gezeigt werden, daß derselbe Reihenschlußgenerator bei richtig gewähltem Antrieb durch einen mit der Drehzahl stark abfallenden Motor einfach regelbar ist und unempfindlich gegenüber Spannungs- und Frequenzschwankungen im Netz des Antriebsmotors ist. Als Antrieb soll ein Drehstrom-Reihenschlußmotor verwendet werden. Unter Vernachlässigung von Streuung, Widerstand und Sättigung ergibt sich für ein Übersetzungsverhältnis ($\ddot{u} = 1$) von Ständerdurchflutung zu Läuferdurchflutung das Drehmoment zu[2])

$$M = \frac{C \frac{U_M^2}{f^2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}}{1 + s^2 - 2 s \cos \alpha}, \qquad (6)$$

wobei U_M die Klemmenspannung des Motors, f die Netzfrequenz, s die Schlüpfung, α der Bürstenwinkel, ausgehend von der Kurzschlußstellung ($\alpha = 0$), und C ein Maschinenfestwert ist. In Abb. 5 sind für konstante Klemmenspannung U_M und konstante Frequenz f bei verschiedenen Bürstenwinkeln α die Drehmoment-Kennlinien des Drehstrom-Reihenschlußmotors dargestellt. Die synchrone Drehzahl wurde zu 10 U/s festgelegt und die Konstante so gewählt, daß bei $\alpha = 30°$ el. und $n = 10$ U/s das Motordrehmoment gleich dem Nenndrehmoment des Reihenschlußgenerators (= 100 %) ist. Die Drehmoment-Kennlinie des Reihenschlußgenerators nach Gl. (4) mit den im vorhergehenden angenommenen Konstanten ist ebenfalls in Abb. 5 eingetragen.

Da nach der Energiegleichung bei Vernachlässigung der Verluste die Generatorleistung im stationären Betrieb gleich der Motorleistung sein muß, sind die Schnittpunkte der Drehmoment-Kennlinien des Motors mit der Drehmoment-Kennlinie des Generators mögliche Betriebspunkte. Und in der Tat kennzeichnen all diese Schnittpunkte einen stabilen Betriebszustand, da mit steigender Drehzahl das Generatordrehmoment überwiegt und so der Maschinensatz abbremst und mit fallender Drehzahl das Motordrehmoment größer ist und den Satz beschleunigt. Das Drehmoment des Reihenschlußgenerators mit geradliniger magnetischer Kennlinie und damit auch Spannung und Strom lassen sich also bei Antrieb durch einen Drehstrom-Reihenschlußmotor in einfacher Weise durch Bürstenverschiebung am Antriebsmotor regeln. Die Spannungsregelung durch Parallelwiderstand zur Erregerwicklung kann also wegfallen. Zur Untersuchung des Einflusses willkürlicher Schwankungen von Spannung und Frequenz im Netz des Antriebsmotors soll die Drehmoment-Kennlinie des Reihenschlußgenerators durch eine Abszissenparallele im Abstand $n = 10$ U/s ersetzt werden. Da für $n = 10$ U/s die Schlüpfung $s = 0$ ist, ergibt sich aus der Bedingung $M_g = M_M$ die Gleichung:

$$\frac{U_g^2}{2\pi R n} = C \frac{U_M^2}{f^2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}. \qquad (7)$$

Aus der Gleichung erkennt man, daß die Generatorspannung sich verhältnisgleich mit der Motorspannung ändert. Einer Spannungschwankung von 1 % im Drehstromnetz entspricht also eine Spannungschwankung von 1 % am Generator. Nimmt man bei konstanter Spannung am Antriebsmotor eine Frequenzschwankung von + 1 % an, so weicht der Nenner der Gl. (6) wieder von 1 ab, da der Satz die Drehzahl $n = 10$ U/s beibehalten muß und dieser Drehzahl nun bei der um 1 % erhöhten synchronen Drehzahl eine Schlüpfung von $s = +0{,}01$ entspricht. So ergibt sich bei $\alpha = 30°$ nach Gl. (6) und (7)

$$\frac{U_{g_2}}{U_{g_1}} = \sqrt{\frac{1}{1{,}01^2 (1 + 2 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}866)}} = 0{,}999,$$

d. h. bei $\alpha = 30°$ hat also eine Erhöhung der Frequenz um 1 % eine Verringerung der Spannung um 0,1 % zur Folge, bei $\alpha = 90°$ ergibt sich bei Zunahme der Frequenz um 1 % eine Abnahme der Spannung um rd. 1 %. Man erkennt also, daß die von willkürlichen Spannungs- und Frequenzschwankungen im Netz des Antriebsmotors herrührenden Schwankungen der Generatorspannung durchaus geringfügig sind und den Betrieb in keiner Weise beeinträchtigen.

Bei der Untersuchung der Stabilität war konstanter Widerstand vorausgesetzt worden. Selbstverständlich kann dieser konstante Widerstand verschiedene Werte annehmen. Es muß dann die Stabilität des Satzes für die praktisch in Frage kommenden Werte untersucht werden. Die Stabilität wird um so größer, je mehr sich mit Änderung der Generatorspannung die verlangte Antriebsleistung ändert.

[2]) ETZ 1910, S. 1181 u. 1221.

Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in der Provinz Schlesien.

Von Baurat Dr.-Ing. E. h. **Bachmann**, Hirschberg i. Rsgb.

Übersicht. Es wird unter Angabe der Leistungsfähigkeit, Einwohnerzahl, Leitungslänge und Höchstleistungen nach dem Stande des Jahres 1933 die nutzbare Stromabgabe der 19 Elektrizitätswerke Schlesiens für die Jahre 1930 ... 1933 und damit der Rückgang der Stromabgabe bis zum Tiefstpunkt 1932 und der Wiederaufstieg im Jahre 1933 mitgeteilt. Der Unterschied der mit 1 km Hochspannungsleitung abgegebenen kWh und der für die Abgabe von 1 000 000 kWh notwendigen Leitungslänge wird für die bezeichnendsten Werke angegeben und nachgewiesen, daß die kommunalen Werke die wesentlich ungünstigeren Gebiete Schlesiens versorgen.

In ETZ 1933, S. 722, ist eine Übersicht über die an der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft in der Provinz Schlesien beteiligten Elektrizitätswerke, im besonderen über ihre Versorgungsgebiete, ihre Kraftwerke, Stromerzeugungsanlagen und nutzbare Stromabgabe vom Jahre 1929 ab gegeben, die mit dem Stande von 1932 abschließt. Die Zahlentafel 1 bringt eine Ergänzung dieser Angaben für das Jahr 1933.

Die Leistungsfähigkeit der Stromerzeugungsanlagen in der Provinz Schlesien von 487 108,5 kVA Ende 1933 hat sich mit einer Zunahme von 3147,5 kVA (0,6 %) gegenüber 1932 nicht wesentlich verändert, weil die nutzbare Stromabgabe noch nicht wieder die Höhe erreicht hat, die die Stromerzeugungsanlagen im Jahre 1930 gedeckt haben, so daß im allgemeinen immer noch ein Überschuß an Maschinenleistung in den Kraftwerken vorhanden ist. Einzelne beim Provinzial-Elektrizitätswerk (Nr. 6) noch im Ausbau befindliche Wasserkräfte im Bober von 1440 kVA und am Zacken von 1186 kVA werden erst in diesem Monat ihren Betrieb aufnehmen.

Die nutzbare Stromabgabe, die im Jahre 1930 mit rd. 872 000 000 kWh ihren Höchststand und im Jahre 1932 mit rd. 711 000 000 kWh, das ist mit einem Rückgange um rd. 161 000 000 kWh, ihren Tiefstand erreichte, hat dagegen im Jahre 1933 wieder einen Aufstieg von rd. 37 000 000 kWh (5,2 %) gegenüber 1932 erfahren. Hiervon entfallen rd. 17 000 000 kWh (5 %) auf die privaten Werke und rd. 19 000 000 kWh (5,4 %) auf die kommunalen Werke. Einen Rückgang gegenüber 1932 in der Stromabgabe hat nur ein Werk (Nr. 10) durch den Ausfall einer Papierfabrik, die sich des Dampfbedarfs wegen selbständig gemacht hat, erfahren. Sieht man hiervon ab, so hat sich die im Jahre 1933 nutzbare Stromabgabe der kommunalen Werke gegenüber 1932 um 24 000 000 kWh (7,3 %) erhöht.

Die Länge der Hochspannungsleitungen hat sich um rd. 1009 km = 6,7 % vergrößert.

Zahlentafel 2.

Nr. der Zahlentafel 1	Name des Werkes	nutzbare Stromabgabe in Mill kWh	Länge der Hochspannungsleitungen in km	abgegebene kWh je 1 km	km je 1 Mill kWh
1	Schlesische Elektrizitäts- u. Gas-Aktiengesellschaft Gleiwitz	226,613	729	310 854	3,25
2	Elektrizitätswerk Schlesien, Breslau	112,632	2833	39 757	25,0
3	Lausitzer Elektrizitätswerk Weißwasser	18,292	129	141 789	7,0
10	Komm. Elektr.-Lieferungsgesellschaft Sagan	26,188	831	31 514	31,7
7	NEAG, Hirschberg	51,592	2198	23 472	42,5
13	Zweckverband Überlandzentrale Mittelschlesien, Striegau	11,906	962	12 376	81,0

Digitized by Google

Zahlentafel 1.

		Leistungsfähigkeit kVA		nutzbare Stromabgabe in 1000 kWh				Einwohnerzahl	Leitungslänge km	Höchstleistung kW
		1932	1933	1930	1931	1932	1933	1933	1933	1933
	A. Privatwerke									
1	Schles. El.- u. Gas-AG. Gleiwitz	108 500	108 500	231 524	226 903	220 454	226 613	560 000	729	63 200
2	El.-Werk Schlesien AG. Breslau	172 500	172 500	180 963	138 938	106 889	112 632	956 000	2 833	59 300
3	Lausitzer El.-Werk G.m.b.H. Weißwasser	625	1 300	17 679	17 679	15 009	18 292	41 000	129	4 530
4	Privatwerke im Kreise Hoyerswerda	2 000	2 000	5 000	5 000	5 000	7 209	56 000	150	2 500
5	Hirschberger Talbahn AG. Herischdorf	829	829	(891)	891	736	761	10 500	—	360
	Summe A	284 454	285 129	436 057	389 411	348 088	365 507	1 623 500	3 841	129 890
	B. Kommunale Werke									
6	Prov. El.-Werk Niederschles., Hirschberg I/R.	32 845	35 547,5	—	—	—	—	—	—	—
7	Niederschles. El. A.G. dto.	—	—	70 811	49 443	45 030	51 592	384 000	2 198	17 120
8	El.-Werke Stadt Breslau	58 400	58 400	82 638	76 106	71 200	72 961	675 000	2 500	35 290
9	Überlandwerk Oberschlesien, Neiße	—	—	62 043	61 501	58 986	64 753	788 000	3 266	21 430
10	Komm. El.-Liefg.-Ges. Sagan	2 500	2 825	31 602	33 642	30 828	26 188	165 000	831	7 810
11	El.-Werke Stadt Görlitz	21 075	21 075	25 070	21 636	20 211	21 118	182 000	513	7 960
12	El.-Werke Liegnitz AG., Liegnitz	19 000	19 000	15 462	14 078	13 937	14 910	260 000	920	7 700
13	Zweckverb. Überlandz. Mittelschlesien Striegau	—	—	10 937	9 454	9 041	11 906	188 000	962	7 140
14	Elektrowerke AG., Glogau	7 770	7 770	5 520	5 617	5 467	5 443	67 000	222	2 818
15	Stromeinkaufsgenossenschaft Glatz	—	—	6 752	4 600	4 908	5 866	128 000	302	1 962
16	Stromeinkaufsgenossenschaft Glogau	—	—	1 100	1 274	980	1 050	31 500	240	700
17	Märkisches El.-W. u. versch. Städte	11 767	11 212	{ 14 000	13 000	11 360	13 022	67 000	} 298	3 000
18	Reichsbahnkraftwerk Mittelsteine	44 900	44 900	{ 27 173	24 924	23 606	22 377	135 000	—	29 300
19	verschiedene kleine Werke	1 250	1 250	80 007	70 045	65 358	69 149	—	—	—
	Summe B	199 507	201 979,5	3 000	2 500	2 500	2 500	3 000	—	—
	Zusammen	483 961	487 108,5	436 115	387 820	363 412	382 835	3 073 500	12 252	142 230
				872 172	777 231	711 500	748 342	4 697 000	16 093	272 120

Die Zahlentafel 2 zeigt den außerordentlichen Unterschied in der Aufnahmefähigkeit einiger Versorgungsgebiete. Während die im oberschlesischen Kohlengebiet arbeitende Schlesische Elektrizitäts- und Gas-Aktiengesellschaft in Gleiwitz (1) 1 000 000 kWh mit 3,25 km Hochspannungsleitung absetzte, brauchte z. B. die Überlandzentrale Mittelschlesien in Striegau (13) für die Abgabe von 1 000 000 kWh 81 km Hochspannungsleitung. Die in der Zahlentafel 1 angeführten 5 Privatwerke, die rd. 365 000 000 kWh mit 3841 km Hochspannungsleitung absetzten, brauchten für die nutzbare Abgabe von 1 000 000 kWh 10,5 km Leitungslänge, während die 14 kommunalen Werke, die rd. 383 000 000 kWh mit 12 252 km Leitungslänge absetzten, für die nutzbare Stromabgabe von 1 000 000 kWh rd. 32 km Leitungslänge benötigten. Deutlich geht hieraus hervor, wie sich die Privatwerke auf die aufnahmefähigsten Gebiete beschränken und die kommunalen Werke, ihrem gemeinnützigen Charakter entsprechend, sich auch der weniger fruchtbaren Gebiete angenommen haben. Damit haben die privaten Werke in der Provinz Schlesien schon durch die größere Aufnahmefähigkeit ihrer Versorgungsgebiete in der Konkurrenzfähigkeit einen Vorsprung gegenüber den kommunalen Werken.

Aus der Praxis der Vergütung in Elektroöfen.

Von Oberingenieur W. Prütz, Köln-Niehl.

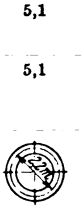
Übersicht. Es werden Ausführungen über qualitative und quantitative Leistung von ausgeführten Elektroöfen gemacht. Die Arbeitsweise der Öfen wird an Hand einer Ofen-Übersichtstafel beschrieben und einige Betriebserfahrungen mitgeteilt.

Gleichmäßige Härtung ist bedingt durch gleichmäßige Härtetemperaturen. Sehr günstig erfüllen diese Bedingung Elektroöfen. Darum wurden für die Ford-Werke in Köln Elektroöfen gewählt.

Die Bauart der Elektroöfen, über deren Betrieb hier einiges berichtet wird, ist im wesentlichen schon aus früheren Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift bekannt. Es wird daher über die Bauart nur da geschrieben werden, wo es der Zusammenhang bzw. der vorliegende spezielle Fall erfordert oder wo die Beschreibung noch nicht veröffentlicht ist.

Die Namen und Größenverhältnisse der Öfen gehen aus Zahlentafel 1 hervor. Es sind noch andere, kleinere Öfen, insbesondere in der Werkzeugmacherei vorhanden, aber die in Zahlentafel 1 genannten sind die Elektroöfen, die in der Fabrikation verwendet werden. Cyanbäder sind daher in der Aufstellung auch nicht enthalten.

Zahlentafel 1. Namen und Größenverhältnisse der Öfen.

Lfd. Nr.	Anzahl	Name	Anschlußwert kW	Spannung V	Stromart	Gewicht etwa kg	Herd Länge bzw. Dmr. l m	Herd Breite b m	Herd mittl. Höhe h m	Bemerkungen
1	1	Stoßofen	335	220	Drehstrom 50 Hz	6500	5,5	1,8	0,25	Transport des glühenden Gutes maschinell
2	1	Muffelofen, groß	110	220	Drehstrom 50 Hz	5000	2,9	1,5	0,80	Handbeschickung
3	1	Muffelofen, groß	110	220	Drehstrom 50 Hz	5000	2,9	1,5	0,80	Handbeschickung
4	1	Muffelofen, klein	60	220	Drehstrom 50 Hz	3000	1,6	0,80	0,60	Handbeschickung
5	1	Doppeldeckofen (Härte- u. Anlaßkammer) Kurbelwellen	270	220	Drehstrom 50 Hz	6000	5,1	1,1	0,2	maschineller Transport des Gutes
6	1	Doppeldeckofen (Härte- und Anlaßkammer) Achsen	255	220	Drehstrom 50 Hz	6000	5,1	1,0	0,15	maschineller Transport des Gutes
7	1	Ringofen	100	220	Drehstrom 50 Hz	3000		0,35	0,25	maschineller Transport des Gutes
8	1	Anlaßofen	39	220	Drehstrom 50 Hz	300	0,56 × 0,80			Handbeschickung

Digitized by Google

In Zahlentafel 2 ist versucht, einen Überblick über die Verwendung der Öfen zu geben. In den ersten beiden Spalten sind laufende Nummer und Name aus Zahlentafel 1 nochmals gegeben. Dann sind die zu verarbeitenden Teile nach Name, Form und Gewicht aufgeführt. Die Form bestimmt die Abmessungen der Öfen hauptsächlich bei den Doppeldeckköfen für Kurbelwellen und Achsen (Öfen Nr. 5 und 6); wesentlich ist sie auch bei Stoßofen (Nr. 1) und Ringofen (Nr. 7). Die Muffelöfen und der Anlaßofen (Nr. 2, 3, 4 und 8) haben die allgemein übliche Form und sind in ihrer Größe durch die Leistung bestimmt. Selbstverständlich ist auch die Leistung für die Bemessung der Öfen mit maschinellem Transport maßgebend, bestimmt aber hier hauptsächlich die Länge.

Die Ofentemperaturen werden selbsttätig geregelt. Gewissermaßen als „Temperaturfühler" für die Regler sind Thermoelemente aus Nickel-Nickelchrom bzw. Cromel-Alumnel an geeigneter Stelle im Ofen eingebaut. Sie regeln die Ofentemperatur innerhalb $\pm 2\frac{1}{2}$ ° C genau. Man muß beachten, daß die Lötperle der Thermoelemente möglichst nahe am zu erhitzenden Gut oder an einem Ort ähnlicher Temperatur und die kalten Enden an einem Ort gleichbleibender Temperatur liegen, damit stets die richtige Temperatur des Härtegutes gewährleistet ist. Leichter Übergang von einer Temperatur zur andern sowie ständige übersichtliche Kontrolle der Arbeitsgänge am Regler sind möglich. Als Beispiel diene der Temperaturstreifen Abb. 1 für eine Einsatzhärtung.

Man sieht an den Bemerkungen auf dem Temperaturstreifen, daß um 23 h 45 m 7 Kästen mit einer Anzahl Getriebewellen und ein Kasten Werkzeuge eingesetzt wurden, die dann 10 h auf einer gleichmäßigen Temperatur von 850 ° gehalten wurden. Um 8 h wurde eine Probe zur Prüfung der Einsatztiefe entnommen und um 9 h 30 m desgleichen. Die Einsatztiefe von 1,2 mm war genügend, und es wurde daraufhin um 9 h 45 m die Charge herausgezogen. Die Kurve zeigt deutlich, wie außerordentlich genau und gleichmäßig die Temperaturen geregelt werden.

Wenn die Öfen auch sämtlich selbsttätig auf Temperatur geregelt sind, ist doch in jedem außerdem noch eine Sicherung gegen Überhitzung der Heizelemente eingebaut. Ein dünner Golddraht, der im Ofenraum liegt, schmilzt bei schädlich hohen Temperaturen. Der Stromkreis, in dem er eingeschaltet ist, wird durch das Schmelzen geöffnet und dadurch mittels Relais die Stromzufuhr zum Ofen am Hauptschalter unterbrochen. Diese Einrichtung wird mit Temperatursicherung bezeichnet und hat sich als solche bei Unaufmerksamkeit der Bedienung und auch bei Versagen des Reglers sehr gut bewährt.

In Zeiten geringer Produktion sind die großen Öfen nicht ausgenutzt. Es ist dann das beste, das zu härtende Material vor dem Ofen zu sammeln und serienweise in 2 ··· 3 Schichten zu härten, statt täglich anzuheizen und mit geringem Durchsatz zu arbeiten. Denn das Anheizen

Zahlentafel 2.

Lfd. Nr.	Name des Ofens	verarbeitete Teile: Name	Skizze	mittl. Gew. in kg	Arbeitsgang	augenbl. angewend. Temp. im Ofen	Leistung eines großen Ofens	Erkalten
1	Stoßofen	alle geschmiedeten Rohlinge			Ausglühen	850° C 950° C	80···150 St./Std. je nach Größe	im Ofen und außerhalb an Luft
2 3 4	Muffelofen*)	Tellerrad groß „ klein		2,0	Einsetzen. Zeit entspr. vorgeschrieb. Einsatztiefe	950° C	90 St./Chg.	
		Triebling f. Tellerrad groß mittel klein		0,8			320 St./Chg.	im Kasten an Luft
		Getriebewellen		1,0			800 St./Chg.	
		Kolbenbolzen		0,2			1300 St./Chg.	
		Kolbenbolzen		0,17	Glühen	900° C	2000 St./Chg.	im Kasten
		Ventilstößel		0,1			800 St./Std.	
		Kolbenbolzen		0,2	auf Härtungstemperatur bringen	870° C	500 St./Std.	abschrecken in Lauge
		Ventilstößel		0,1		845° C	900 St./Std.	in Öl
		Schubstange		1,0		820° C	300 St./Std.	in Lauge
5	Doppeldeckofen	Kurbelwelle		22,0	auf Härtungstemperatur bringen	820° C	20 St./Std.	in Lauge
	Härtekammer	Nockenwelle		3,0		800° C	45 St./Std.	
	Anlaßkammer	Kurbelwelle			Anlassen	390° C	20 St./Std.	in Luft
6	Doppeldeckofen für Achsen	Achse		8,0	auf Härtungstemperatur bringen	850° C	50 St./Std.	in Lauge
	Härtekammer							
	Anlaßkammer	Achse			Anlassen	200, 330, 480° C	50 St./Std.	erkalten
7	Ringofen	Tellerräder, groß		8,8	auf Härtungstemperatur bringen zweimal	900 u. 800° C	40 St./Std.	abschrecken in Öl
8	Anlaßofen	Schubstangen			Anlassen	520° C	300 St./Std.	
		Ventilstößel			Anlassen	260° C	2000 St./Std.	
		Tellerräder mittel klein					120 St./Std.	
		Triebling groß mittel klein					200 St./Std.	erkalten an Luft
		Getr.-Zahnräder aller Art Schaltwellen Getr.-Wellen Kolbenbolzen				205° C	15 Satz/Std. 500 St./Std. 150 St./Std. 600 St./Std.	

*) Die Anzahl und Größe der in Betrieb zu nehmenden Muffelöfen richtet sich nach der Menge der anfallenden Stücke, die so geregelt ist, daß möglichst wenig Ofenkapazität eingesetzt ist, diese aber dauernd.

Digitized by Google

dauert lange und ist daher teuer. Das Anheizen des Stoßofens (Nr. 1) kostet z. B. 4000 kWh, eines Muffelofens (Nr. 2 und 3) 2200 kWh. Bei einem mittleren Kilowattstundenpreis von 7 Pf bedeutet das also bei jeder Anheizung einen Aufwand von 280 RM bzw. 154 RM. Dieser Aufwand muß auf die produzierten Stücke umgelegt werden und belastet diese je Stück um so mehr, je weniger nach einmaligem Anheizen vergütet werden.

Besondere Beachtung mußte der Konstruktion der Gleitschienen in den Öfen mit maschinellem Transport (Nr. 5 u. 6) geschenkt werden. Diese neigen zum Verbiegen, da auf dem einen Ende das kalte, während auf dem andern das schon erwärmte Gut liegt, also in der Schiene erhebliche Temperaturdifferenzen auftreten, die eine Neigung zum Verziehen hervorrufen. Die Schiene verzieht sich meist in einer flachen sinusförmigen Kurve, die an der Beschickungsöffnung beginnt. Das wird sich bei Öfen mit maschineller Förderung auf Schienen vermeiden lassen, wenn das eine Ende der Schienen so eingerichtet wird, daß es sich vollkommen frei ausdehnen kann, z. B. dadurch, daß man die Befestigung am Beschickungsende so ausführt, daß die Schiene nach dahin frei beweglich ist, und durch zweckmäßige Unterteilung.

Zustande auf Härtetemperaturen gebracht, in eigens konstruierten, dicht neben der Ofenöffnung stehenden Abschreckmaschinen abgeschreckt und dann aus der Maschine durch die Anlaßkammer sofort wieder zum Beschickungsende zurückbefördert, wo sie herausgenommen und nach Abkühlung der Schleiferei zugeführt werden. Es ist beim Anlassen möglich, durch entsprechende Verteilung der elektrischen Heizelemente in der Anlaßkammer Stücke zu erhalten, die am Kopf, in der Mitte und am Ende ganz verschiedene Brinellhärten aufweisen. Durch die genaue Regelung der elektrischen Heizelemente werden diese drei Härten mit großer Gleichmäßigkeit und in geringen Grenzen eingehalten. Ein solcher Doppeldeckofen ist natürlich in diesem Falle mit vier Reglern mindestens zu versehen, einem für die Härtekammer und dreien für die drei verschiedenen Temperaturen der Anlaßkammer.

Als Mittel zum Anwärmen auf Härtungstemperatur von größeren und mittleren Zahnrädern hat sich die Form eines Ringofens (Nr. 7) mit maschinellem Antrieb als platzsparend und gut brauchbar bewährt. Er hat neben geringem Raumbedarf den Vorteil, daß die erhitzten Räder an derselben Stelle herausgenommen werden, wo

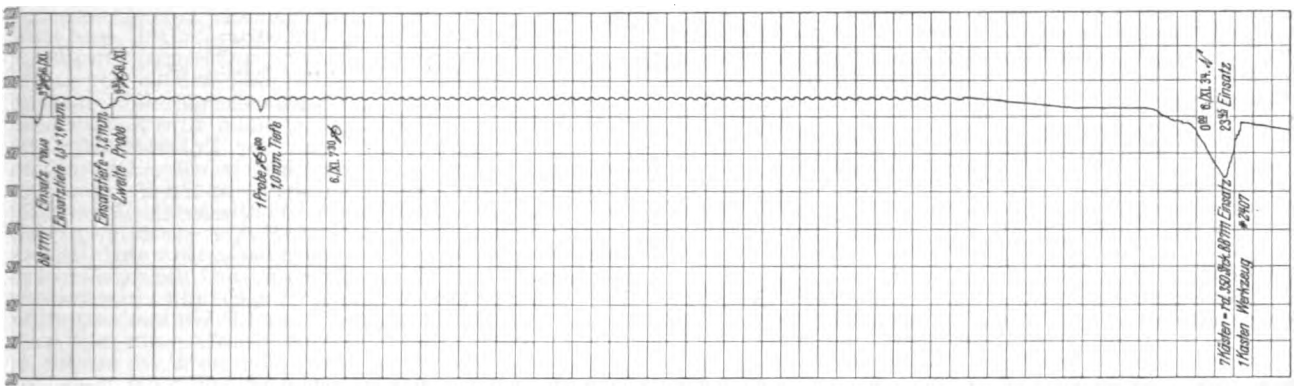


Abb. 1. Temperaturstreifen einer Einsatzhärtung.

Der Stoßofen Nr. 1 steht am Anfang der Härterei. Vor Verarbeitung werden hier sämtliche Rohlinge und Schmiedeteile ausgeglüht, um Spannungen aus den Voroperationen zu beseitigen. Die Temperaturen werden nach der Erfahrung am Regler eingestellt. Nach dem Passieren des Stoßofens werden die Teile der Weiterbearbeitung zugeführt.

Die Kammeröfen (Nr. 2 ··· 4) dienen laut Zahlentafel 2 zum Einsetzen von Tellerrädern, Trieblingen, Kolbenbolzen und Schaltwellen. Der Betrieb geht so vor sich, daß in den auf vorgeschriebene Temperatur angeheizten Öfen die Kästen mit dem Einsatzgut eingebracht werden; dann wird mittels des Reglers die Temperatur für die durch Erfahrung festgelegte Zeit eingehalten und danach die Kästen gezogen. Es empfiehlt sich, eine Laufschiene über dem Ofen in Mitte Tür mit einem Flaschenzug anzubringen. Mit dessen Hilfe kann man die Kästen bequem vor und im Ofen transportieren.

Die ausgezeichnete Reglungsmöglichkeit der Elektroöfen gewährleistet bei Beachtung der richtigen Zeiten eine stets gleichbleibende Einsatztiefe. Außer dem Glühen der Kolbenbolzen und Ventilstößel werden diese Teile nebst den Schubstangen in dem Muffelofen auf Härtetemperatur gebracht und in den gleich neben dem Ofen stehenden Gefäßen mit Härteöl oder Härtelauge abgeschreckt. Wie die Zahlentafel 2 zeigt, sind dafür verschiedene Temperaturen einzuhalten, die sich sehr bequem am Regler einstellen lassen.

Wegen Vermeidung von Anheizverlusten wird der Betrieb an den drei Muffelöfen so geführt, daß möglichst nur einer dauernd in Betrieb ist und der andere gleicher Größe als Reserve dient. Der kleinere Muffelofen wird aus gleichem Grunde in Zeiten geringerer Produktion in Betrieb genommen oder dient zu Versuchszwecken.

In den Doppeldecköfen Nr. 5 und 6 werden die etwas sperrigen Wellen und Achsen in fast fertig bearbeitetem

die kalten Räder eingesetzt werden und also ein Mann Bedienung ausreichend ist. Dieser Mann setzt die kalten Räder ein und nimmt die heißen mit einer Zange heraus und legt sie zum Abschrecken in die neben der Beschickungsöffnung stehenden Härtemaschinen ein.

Zum Anlassen der verschiedensten Teile, wie Schubstangen, Stößel, Trieblinge, Zahnräder, Schaltwellen, Kolbenbolzen, die aus Zweckmäßigkeitsgründen nicht sofort nach dem Härten im gleichen Ofen angelassen werden, wie es bei dem Ofen 5 und 6 der Fall ist, dient ein Anlaßofen (Nr. 8). Ein elektrischer Temperaturregler bewerkstelligt Einhalten der vorgeschriebenen Temperatur bis auf $\pm 1\,^{\circ}$C.

Die Konstruktion ist so gewählt, daß ein Durchspülen des Innenraumes mit Luft durch einen eingebauten Ventilator rasch erfolgen kann. Als Abschluß dient ein aufklappbarer luftdichter Deckel, der durch ein Gegengewicht leicht bedienbar ist.

So wichtig wie die Einhaltung der richtigen Temperaturen für die Härtung in den Öfen ist, so wichtig ist auch die Einhaltung der richtigen Temperatur in dem Härtungsmittel, also dem Öl, der Lauge oder was es sei.

Die Härtungsflüssigkeiten würden sich viel zu schnell erwärmen, wenn sie in einem Gefäß stillstehen und nun die heißen Teile darin abgeschreckt würden. Es muß daher bei Massenfabrikation ein Umlauf in diesen Gefäßen und Rückkühlung der Härtemittel vorgesehen sein, weil sonst trotz vorzüglicher Einhaltung der Härtungstemperaturen in den Elektroöfen doch Fehlhärtungen unvermeidlich sind. Es kann auch vorkommen, daß solche Gefäße beheizt werden müssen, um eine mildere Härtung zu erreichen. Auf jeden Fall ist die Temperatur des Abschreckmittels dauernd nach Möglichkeit ebenso gleichmäßig zu halten wie die Temperatur in den Öfen, damit die Qualität der Härtung dauernd gleichmäßig ausfällt, und nicht der Vorteil der gut geregelten Temperaturen in den Elektroöfen durch wechselnde Abschrecktemperaturen zunichte gemacht wird.

Digitized by Google

Die Untergrundbahn Moskau[1]).

Infolge starker Zunahme der Bevölkerung Moskaus von 1,7 Mill Einwohnern im Jahre 1913 bis auf 3 Mill im Jahre 1931 und der Eigenart der Stadt mit ihren sehr engen und krummen Straßen im Zentrum sind die Verkehrsverhältnisse so unerträglich geworden, daß das Zentralkomitee der kommunistischen Partei der UdSSR im Juni 1931 beschlossen hatte, die Bauausführung der Untergrundbahn im Jahr 1932 in Angriff zu nehmen. Nach Meldungen der Sowjetzeitungen der letzten Zeit sind die Bauarbeiten auf der ersten Teilstrecke Sokolniki—Sowjetpalast bereits soweit vorgeschritten, daß die Probefahrten in Kürze beginnen sollen.

Ausführliche Mitteilungen in russischen Fachzeitschriften über die technischen Ausführungen der Untergrundbahn sind noch nicht veröffentlicht worden, so daß über den Umfang der geplanten Arbeiten und den Stand derselben nur ganz kurz berichtet werden kann. Wie aus dem Übersichtsplan (Abb. 1) des gesamten U-Bahnnetzes zu ersehen ist, sind 10 Strecken, die alle nach dem Zentrum der Stadt führen, geplant. Je 2 dieser Strecken bilden eine Hauptlinie, so daß auch von 5 Hauptlinien gesprochen werden kann. Außer diesen 5 Hauptlinien ist noch eine sechste Hoch- und Untergrundbahnlinie vorgesehen, welche die einzelnen Eisenbahnen Moskaus für den Fernverkehr miteinander verbinden wird. Die gesamte Länge der zweigleisigen Untergrundbahn beträgt rd. 80 km. Das Verzeichnis der einzelnen Strecken, ihre Länge und die Zahl der vorgesehenen Haltestellen sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

[1]) Elektrifikazia i Elektromonter 1934. H. 9.

Zahlentafel 1.

Nr.	Strecken	Endhaltestellen	Länge km	Haltestellen Umsteige-	Haltestellen Durchgangs-
		I. und II. Ausbau			
1	Mjasnizkaja . . .	Lenin-Bibliothek Tscherkisowo	10	3	9
2	Usatschewskaja	Lenin-Bibliothek Lenin-Berg	6	1	5
3	Arbatskaja	Lenin-Bibliothek Kutusowo	5	2	5
4	Twerskaja	Ochotni-rjad Wseswjatskoje	9,5	1	10
5	Taganskaja . . .	Ochotni-rjad Stalinwerke	10,6	2	7
6	Pokrowskaja . . .	Lenin-Bibliothek Blaguscha	9,3	1	8
7	Samoskworezkaja .	Pl. Dserschinskago Nischniji-Kotli	8	3	7
		I. und II. Ausbau:	58,4	13	51
		III. Ausbau			
8	Rogoschskaja . .	Arbatskaja Pl. Sokolinaja gora	9,6	3	6
9	Krasnopresnenskaja	Arbatskaja Pl. Waganjkowo	4,5	1	5
10	Dserschinskaja . .	Pl. Dserschinskago Ostankino	7,8	—	7
		III. Ausbau:	21,9	4	18
		Der volle Ausbau I, II u. III:	80,3	17	69

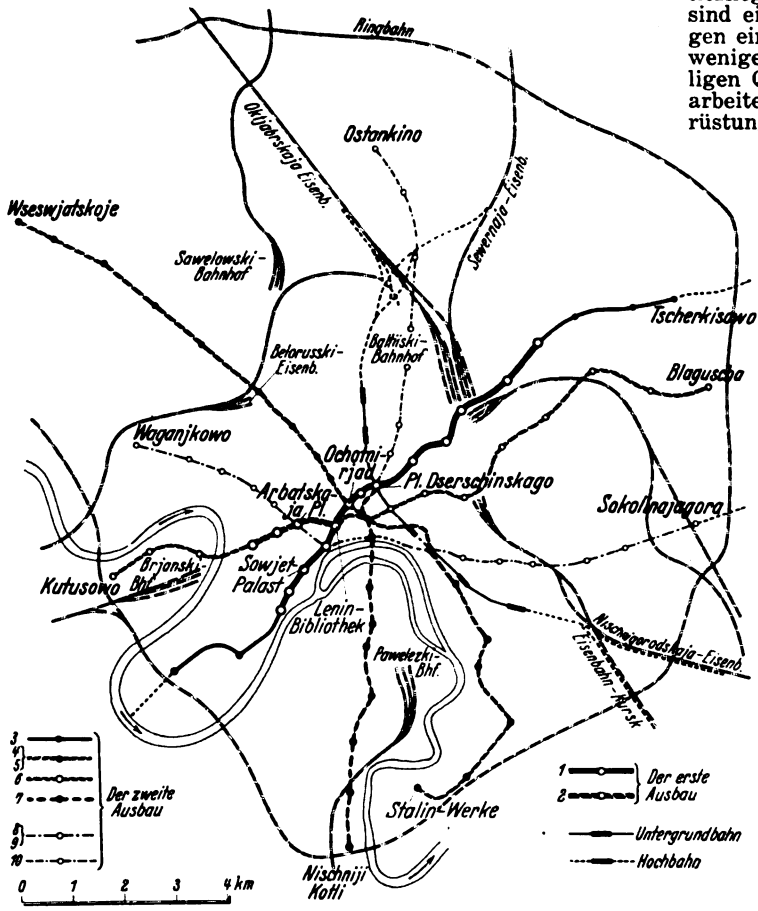


Abb. 1. Hoch- und Untergrundbahn Moskau.

Die Bauweise des ersten Ausbaues stellt sich wie folgt: Im mittleren Teil liegt die Bahn 12 ··· 35 m und an ihren Enden 1 ··· 2 m tief unter der Erdoberfläche. Die tiefliegenden Tunnel haben einen runden Querschnitt, sind eingleisig, wobei 2 Tunnel der beiden Fahrtrichtungen ein und derselben Strecken nebeneinanderliegen. Die weniger tiefen Tunnel haben dagegen einen rechtwinkligen Querschnitt und sind zweigleisig. Sowohl alle Bauarbeiten als auch die mechanische und elektrische Ausrüstung der Bahn sollten möglichst nur mit einheimischen Arbeitskräften und von UdSSR-Werken ausgeführt werden. Soviel bekannt, bemüht man sich auch, diese Forderung einzuhalten, so z. B. werden die elektrische Apparatur und die Motoren vom Werk „Dynamo" und die Gleichrichter vom Werk „Elektrosila" gebaut. Mit dem Bau der Bahnwagen beschäftigen sich mehr als 10 Werke. Die Länge eines Wagens mit 44 Sitzplätzen und etwa 120 Stehplätzen beträgt 19 m bei einer Breite von 2,7 m und einer Höhe von 3,7 m. Die Reisegeschwindigkeit wird etwa 28 km/h und die höchste 35 km/h betragen. Die Züge bis zu 8 Wagen werden aus Einheiten von je einem Triebwagen mit zwei 150 kW-Motoren und einem Beiwagen zusammengesetzt.

Die Bahn wird mit Gleichstrom von 750 V gespeist, welcher in Gleichrichter-Unterwerken durch Umformung des 6 kV-Drehstromes der MOGES-Kraftwerke erzeugt wird, und den Fahrzeugen durch eine neben dem Gleis liegende dritte Schiene zugeführt. Die Leistung und die Ausrüstung der 4 ersten Unterwerke des ersten Ausbaues sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt.

Da Gleichrichter mit Gittersteuerung in UdSSR noch nicht gebaut werden, kommen in den ersten Unterwerken nur normale Gleichrichter ohne Gittersteuerung zur Aufstellung.

In der ersten Zeit ist ein 3 min-Verkehr und nach dem vollen Ausbau eine Zugfolge von 1½ min vorgesehen.

Was die Baugrundverhältnisse anbetrifft, so müssen an verschiedenen Stellen auch große Gebäude unterfahren werden. Auch bietet das Vorkommen schwimmenden Gebirges beim Bau der Tunnel große Schwierigkeiten. Um diese Schwierigkeiten beherrschen zu können, wurde aus England ein Tunnelschild für Schildvorschub mit Druckluft bezogen und dann mehrere solcher Schilder in UdSSR nachgebaut. *Th. S.*

Zahlentafel 2.

Nr.	Unterwerke	Voller erster Ausbau: Anzahl der Gleichrichter	1 Gleichrichter: Stromstärke A	1 Gleichrichter: Leistung kVA	Gesamtleistung des Unterwerks kVA	Teilstrecke des ersten Ausbaues: Anzahl der Gleichrichter	1 Gleichrichter: Stromstärke A	1 Gleichrichter: Leistung kVA	Gesamtleistung des Unterwerks kVA
1	Sokolnitscheskaja	4	2900	2400	9 600	3	1640	1350	4050
2	Krasnoworotskaja	5	2900	2400	12 000	3	1640	1350	4050
3	Zentralnaja	8	5100	4200	33 600	3	1640	1350	4050
4	Krimskaja	5	2900	2400	12 000	2	1640	1350	2700

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Aluminium im Freileitungsbau. — Auf der Technischen Tagung des Reichsverbandes der Elektrizitäts-Versorgung (R.E.V.), Berlin 1934[1]), wurde in der Fachgruppe „Freileitungen" unter dem Vorsitz von Generaldirektor Warrelmann auch das vorgenannte Thema behandelt.

Kupfer darf im deutschen Freileitungsbau kaum mehr verwendet werden. An seine Stelle tritt Aluminium als wertmäßig zu 93 % deutscher Werkstoff; die restlichen 7 % entfallen auf die Einfuhr von Bauxit und Kryolith aus dem Ausland. Aluminium ist dem Kupfer in wirtschaftlicher Hinsicht unterlegen. Bei den derzeitigen Werkstoffpreisen ist Aluminium etwa 65 % teurer als leitwertgleiches Kupfer unter Berücksichtigung des augenblicklich sehr niedrigen Weltkupferpreises. Bei Mittelspannungsleitungen, bei denen zur Zeit Kupferquerschnitte von 16 ··· 25 mm² vorherrschen, steigen die Mehrkosten bei Verwendung von Stahlaluminium auf 60 % und mehr. Wenn man z. B. deshalb unter Verzicht auf die mit Stahlaluminium erreichbare Sicherheit eine Reinaluminiumleitung von 35 mm² Querschnitt wählt (dieser Querschnitt muß als äußerste untere Grenze angesehen werden), so ist sie noch über 20 % teurer als die entsprechende 16 mm²-Kupferleitung.

Um diese Einwände gegen das Aluminium geht es aber heute nicht. Die deutsche Elektrizitätswirtschaft ist bereit, die wirtschaftliche Mehrbelastung als Opfer auf sich zu nehmen. Die Frage lautet vielmehr: Wie kann man bei dem Übergang von Kupfer auf Aluminium größte Betriebsicherheit der Leitungen erreichen? Dieses in erster Linie technische Problem muß bei einem Umfang des deutschen Freileitungsnetzes von rd. 274 000 km mit Ernst und Nachdruck behandelt werden. Wir stehen erst am Beginn der Entwicklung eines Aluminium-Freileitungsbetriebes. Viele Erfahrungen liegen noch nicht vor. Der R.E.V. hat es unternommen, anläßlich der Arbeitstagung die bisher vorliegenden Betriebsergebnisse einzelner Werke zur Erörterung zu stellen; die Aussprache und der Erfahrungsaustausch haben eine Fülle wertvoller Hinweise und Anregungen zutage gefördert. Im einzelnen wurden folgende Punkte behandelt:

Seilschwingungen.

Das Bayernwerk (Dr.-Ing. Gröbl) hat fast sämtliche Leiterseile an rd. 20 000 Tragklemmen auf Ermüdungserscheinungen untersucht und an allen Leitungen jeglichen Querschnitts Schwingungsbrüche festgestellt. Die statistische Auswertung hat ergeben, daß größere Leiterquerschnitte stärker gefährdet sind als die kleineren, daß ein dickdrähtiges Seil mehr Schwingungsbrüche aufweist als ein dünndrähtiges, und daß ein Cu-Seil mehr gefährdet ist als ein Alu-Seil gleichen Querschnitts und gleicher Drahtzahl, dagegen weniger gefährdet als ein leitwertgleiches Alu-Seil. Das Einsetzen von Schwingungsbrüchen hängt von der örtlichen Lage und von der Leitungsrichtung ab. Weiter haben die statistischen Aufzeichnungen des Bayernwerkes ergeben, daß Schwingungsbrüche auf einer Leitung mit der dritten Potenz zunehmen, d. h.: sind beispielsweise nach fünf Jahren 3 % Bruchstellen auf einer Leitung gefunden, so ist nach der doppelten Zeit bereits mit $3 \cdot 2^3 = 24$ % Bruchstellen zu rechnen.

Zur Dämpfung der Schwingungen verwendet man in Deutschland meistens Dämpfungsbeilagen und Schwinghebeldämpfer. Diese Schwingungsdämpfer sind zusätzliche Einrichtungen, die unter Umständen selbst Schäden verursachen können und außerdem die Anlage verteuern. Das Bayernwerk hat ein Seil entwickelt, daß hochfrequente Schwingungen selbst abdämpft, indem das Alu-Seil nicht fest auf dem Stahlseil aufliegt, sondern durch einen Zwischenraum nur lose mit dem Stahlseil gekoppelt ist. Beide Seile werden bei der Montage unabhängig voneinander gespannt, damit sie verschiedene Wellenfortpflanzungsgeschwindigkeiten haben. Dadurch können Schwingungen sich nicht ausbilden. Außerdem werden Stahl und Aluminium bezüglich ihrer Dauerzugfestigkeit erheblich mehr angeglichen.

[1]) ETZ 1934, S. 1106.

Bei den Elektrowerken (Oberingenieur J. Augustin) wird die Meinung, daß mit dem Bruch aller Leitungen früher oder später gerechnet werden muß, nicht geteilt. Aluminiumleitungen, die 13 und 16 Jahre im Netz der Elektrowerke in Betrieb sind, weisen keine oder nur vereinzelte Brüche auf. Es handelt sich um Leitungen, die nach „veralteten" Erkenntnissen gebaut sind. Eine Leitung ohne Schwingungsbrüche im Querschnittsverhältnis 1 : 3, d. h. 50 mm² Stahl und 150 mm² Aluminium, wurde mit 30 kg, bezogen auf den Stahlquerschnitt, gespannt. Das Aluminium wurde bei dieser Leitung als Zusatzlast gewertet. Die mittlere Beanspruchung dieser Leitung, auf den Gesamtquerschnitt bezogen, betrug 8 kg. Minderung der Zugspannung kann ein geeignetes Mittel zur Verminderung der Bruchgefahr sein. Aber nicht nur die Zugspannung gibt den Ausschlag. Augustin bricht auch eine Lanze für die bei uns vielfach verschmähten Hewlett-Isolatoren, die im übrigen jedoch nicht als Schwingungsdämpfer empfohlen werden.

Zur Vermeidung von Schwingungsbrüchen wird unabhängig von dem Gröbl-Seil eine Lösung vorgeschlagen, die den Einbau von zusätzlichen Schwingungsarmaturen überflüssig macht. Das Seil wird am Tragmast so aufgehängt, daß auch am Mast die Abspannlage durchgeführt ist. Durch eine Waagerecht-Hängekette wird der Übergang von der einen in die andere Seilrichtung aus dem zugbelasteten Seil und der starren Hängeklemme herausgenommen. Von Vorteil soll hierbei ein gelenkiges Zwischenstück sein. Die Überschlagspannung einer derartigen Kette ist praktisch gleich einer sechsgliedrigen normalen Hängekette.

Die praktischen Erfahrungen beim RWE (Dr.-Ing. Maurer) bestätigen das von Dr. Gröbl aufgestellte Gesetz, demzufolge beim Herabsetzen der Zugbeanspruchung die Lebensdauer heraufgesetzt wird. Wenn man außerdem das Seilgewicht je Längeneinheit erhöht, wie dies bei einem Querschnittverhältnis 1 : 4 der Fall ist, so sind Schwingungsbrüche nicht zu befürchten.

Seilkorrosion.

Bei der Verwendung von Aluminiumlegierungen muß man vorsichtig sein. Offenbar sind Beimengungen jeder Art zum Aluminium schädlich. Erhebliche Beschädigungen können z. B. durch Kupferflitter hervorgerufen werden, die bei der Verarbeitung auf das Seil aufgedrückt werden.

Seilherstellung.

Damit fremde Metallflitter nicht auf die Seiloberfläche gelangen und zur Korrosion Anlaß geben, muß bei der Verarbeitung und Verwendung von Leichtmetallteilen mehr als bisher Wert darauf gelegt werden, daß das Aluminium vollkommen getrennt vom Kupfer verarbeitet wird. Die Württembergische Landeselektrizitäts-AG. (WLAG), Stuttgart, hat, wie Direktor Pütz mitteilte, in dieser Hinsicht wichtiges Material gesammelt. Bei der WLAG ist man kein Freund von Stahlaluminiumseilen, die dort als Übergangslösung angesehen werden. Die WLAG hat schon im Jahre 1928, noch bevor man von Aluminiumlegierungen sprach, im Interesse der Förderung der heimischen Industrie einen größeren Versuch mit Aldrey gemacht. Das Material, das für ausbau- und verbesserungsfähig gehalten wird, hat sich nicht bewährt, weil die Herstellung nicht so durchgeführt worden ist, wie es bei einem neuen Material notwendig gewesen wäre. Dadurch, daß das Material in vielen Fällen in Maschinen, Öfen und Räumen verarbeitet wurde, die vorher für die Fabrikation von Kupferseilen verwendet worden sind, gelangten Verunreinigungen auf die Seiloberfläche (eingewalzte Kupferflitter, Ausblühungen von Tonerde). Zieh- und Querriefen entstehen, wenn man die Drähte über Rollen zieht, die für die Aluminiumverarbeitung nicht geeignet sind. Wenn „Krähenfüße" mit Schieferbildung auftreten, ist eine Festigkeitsverminderung die Folge, und die Ader bricht, sobald Schwingungen sich ausbilden, unweigerlich an der Stelle der Schieferfläche.

Im übrigen sind auch im Netz der WLAG seit vielen Jahren Schwingungen an Reinaluminiumseilen beobachtet worden. Schwingungsbrüche sind bisher nicht aufgetreten, so daß die Annahme, daß Mißerfolge unter Umständen nur auf unzureichende Verarbeitung zurückzuführen sind, nicht von der Hand zu weisen ist.

Digitized by Google

Die WLAG hat auf Grund ihrer Erfahrungen Bedingungen aufgestellt, die den Bestellungen von Aldrey in Zukunft zugrunde gelegt werden sollen. Sie empfiehlt, die Grundlagen, die für die Abnahme von Aluminiumseilen heute vorhanden sind, zu verbreitern.

Klemmen und Verbinder.

Am besten hat sich der Kerbverbinder bewährt. Seit kurzem gibt es auch einen zwar reichlich langen, aber einfachen Kerbverbinder für Stahlaluminium, der besser zu sein scheint als der Konusverbinder. Noch nicht gelöst ist die Konstruktion einer Abzweigklemme von einer durchgehenden Leitung, z. B. für einen Abzweig für größere Stromstärken in einem Ortsnetz. Aluminium-Kupfer-Verbinder haben sich nach den Erfahrungen des MEW im allgemeinen bewährt, vor allem die Schellenklemme.

Im Gegensatz zu schlechten Erfahrungen mit Abspannklemmen und Verbindern aus vergüteten Aluminiumlegierungen hat das RWE in Mittelspannungsanlagen, beispielsweise an 20 kV-Leitungen, mit Reinaluminium-Kerb-, Niet- und Schraubverbindern gute Erfahrungen gemacht. Derartige Verbinder erwiesen sich nach einer Betriebsdauer von 20 Jahren noch als vollkommen einwandfrei. Das RWE verwendet heute bei Montage neuer Stahlaluminiumleitungen Reinaluminium, wobei die Abspannklemmen und Verbinder nach dem System der Arbeitsteilung konstruiert sind, d. h. der Stahlkern wird besonders mechanisch gefaßt und nicht zur Stromleitung herangezogen. Der Aluminiummantel des Seiles wird mit einem Reinaluminium-Kerbverbinder und dem Verbindungseil aus Aluminium verbunden; er dient nur zur Stromdurchleitung und ist sonst zugentlastet. Unter Zugrundelegen dieser Erfahrungen hat die Firma Hofmann, Kötzschenbroda, für das RWE einen Stahlaluminium-Verbinder und eine Stahlaluminium-Abspannklemme entwickelt, mit denen man Korrosionen zu vermeiden hofft.

Oberingenieur Augustin, Elektrowerke, empfiehlt auf Grund seiner langjährigen Praxis, bei neuen Leitungen grundsätzlich keine Verbinder im freien Feld zu verwenden, Abspannklemmen und Verbinder nur mechanisch zu belasten, aber niemals gleichzeitig als Stromklemme zu verwenden.

Zu der Frage, ob Aluminiumseile bei Durchfluß von hohen Kurzschlußströmen benachteiligt werden oder sich schlechter verhalten als leitwertgleiche Kupferseile, äußerte sich Dr. Maurer vom RWE etwa folgendermaßen:

Bei entsprechenden Versuchen mit einem Stahlaluminiumseil Nr. 70, leitwertgleich Kupfer 70 mm², Stahl zu Aluminium 1 : 4,3, das bis zu 15 000 A in Reihe mit einem 70 mm²-Kupferseil beansprucht wurde, hielt das Stahlaluminiumseil, hingegen glühte das Kupferseil aus. Aluminium ist, wenn einmal Kurzschlußstrom hindurchgeflossen ist, in seiner Festigkeit herabgemindert, im Gegensatz zu Stahl. In Mittelspannungsanlagen ist bei Auftreten hoher Kurzschlußströme mit einem beträchtlichen Festigkeitschwund zu rechnen, deshalb sollte man Reinaluminiumleitungen in diesem Fall gar nicht verwenden oder so schwach wie möglich spannen (etwa mit 4 kg statt wie bisher mit 8 kg/mm²), oder man wird bei solchen Anlagen Stahlaluminiumseil verwenden und so spannen, daß theoretisch Stahl allein tragend und Aluminium Zusatzlast ist. *Kdm.*

Beleuchtung.

Lichttechnische Werbung und Schulung. Die Tätigkeit der AFE. — „Die Aufgaben einer allgemeinen lichttechnischen Werbung und Schulung" wurden von W. Leroi auf der Gausitzung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft am 18. X. 1934 umrissen. Die Kreise, an die sich eine derartige Aufklärungsarbeit zu wenden hat, sind einmal die lichttechnischen Erzeugerfirmen, ferner die zwischen Erzeuger und Verbraucher stehenden Verteiler (Elektrizitätswerke, Installateure und Beleuchtungshändler), die Architekten und schließlich die Klein- und Großverbraucher. Die lichtwirtschaftliche Aufklärung wird bei den Erzeugerfirmen durch die bei diesen vorhandenen Forschungstellen übernommen. Für die Beratung und Aufklärung der Verteilerkreise ist die in diesem Jahre gegründete Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft (AFE) geschaffen worden, die aus der früheren Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Elektroinstallateur- und Beleuchtungsgewerbes (AFI) und der Zentrale für Lichtwerbung (Z. f. L.) hervorgegangen ist[1]). Ihr obliegt die zentrale Gemeinschaftswerbung für das Gesamtgebiet der Elektrizitätsanwendung. Neben der Beeinflussung der Elektrizitätswerke hat sich die AFE die Aufgabe gestellt, den Elektroinstallateur zu einem tüchtigen Lichtfachmann heranzubilden. Ferner wird von ihr gemeinsam mit der Industrie für die Gewinnung der Architekten- und Verbraucherkreise geworben. Die von der AFE durchgeführten Gemeinschaftswerbungen haben den Zweck, durch im großen Stil durchgeführte Werbefeldzüge dem einzelnen Installateur und Händler die Arbeit zu erleichtern. Die zu diesem Zweck gebildeten Elektrogemeinschaften sind örtliche Arbeitsgemeinschaften zwischen Elektrizitätswerk, Installateur und Fachhändler. Sie wollen durch Veranstaltung von Vorträgen und Ausbildungskursen lichttechnische Kenntnisse in weiteste Kreise tragen und den Elektrofachmann in technischer und werblicher Beziehung beraten. Zur Abhaltung der Vorträge stehen der AFE z. Z. 18 Ingenieure zur Verfügung. Zur Unterstützung des in den Vorträgen Gebotenen sind Sammelblätter herausgegeben worden, auf denen im Telegrammstil die wichtigsten Gesichtspunkte zusammengefaßt sind.

Die Gesamtzahl der Elektrogemeinschaften, die seit etwa einem Jahre durch Erlaß des Reichswirtschaftsministeriums zu einer offiziellen Einrichtung der Elektrizitätswerke geworden sind, ist von 7 im Jahre 1929 auf 369 im Jahre 1934 angewachsen. Einen Einblick in die Zahl der in dieser Zeit abgehaltenen Vortragsveranstaltungen, die von der früheren AFI und der ZfL veranstaltet wurden, gibt die folgende Zusammenstellung:

Thema	Zahl der Vorträge	Gesamtzahl der Besucher
Haushaltlichtwerbung	264	68 000
Werkstattbeleuchtung	388	30 416
Heimlichtwerbung	227	67 922
Schaufensterlichtwerbung	243	50 445

Der Erfolg dieser Veranstaltungen drückte sich u. a. auch in der zunehmenden Verbreitung guter Leuchten aus. Z. Z. wird ein Elektrolichtangriff zur Verbesserung der Beleuchtung im Heim und in den Werkstätten unter dem Motto: „Zuerst gutes Licht" vorbereitet.

Von nicht zu unterschätzender Bedeutung für die Aufklärungsarbeit ist die Verbreitung lichttechnischer Kenntnisse im Unterricht der Schulen und Fachschulen, da erfahrungsgemäß oft der Einfluß der Schüler auf die Eltern eine Rolle spielt. Auch den Demonstrationsräumen der Elektrizitätswerke fällt eine wichtige Aufgabe bei der Erfassung der Verbraucherkreise zu. Die lichttechnische Schulung der Architekten ist vor allem eine Aufgabe der lichttechnischen Gesellschaften. Die öffentliche und Fachpresse, deren Wirkung bei der Behandlung der vorliegenden Aufgaben ebenfalls große Bedeutung zukommt, muß mit geeignetem Stoff versorgt werden. Auch die Druckschriften der Industrie und die von den Elektrizitätswerken herausgegebenen Kundenblätter haben zur Verbreitung der Erkenntnis beizutragen, daß Verbesserung der Beleuchtung nicht nur Geld kostet, sondern vor allem die Arbeitsleistung steigert, Arbeit schaffen hilft sowie Sicherheit und hygienische Arbeitsbedingungen gewährleistet, die nicht zuletzt auch die Freude an der Arbeit erhöhen. (W. Leroi, Vortrag Dtsch. Lichttechn. Ges.)

Frh.

Neue Spiegel-Zweirichtungsleuchten. — Das Bestreben, bei Glühlampenleuchten für Straßenbeleuchtung eine möglichst vollkommene Lichtstromausnutzung

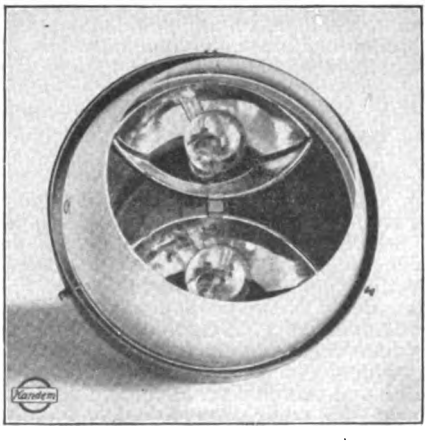


Abb. 1. Einblick in die Lichtaustrittsöffnung des Zweirichtungsbreitstrahlers.

[1]) Siehe ETZ 1934, S. 702.

Digitized by Google

zu erhalten, führte zur Durchbildung von neuen Zweiwege-Breitstrahlern. Der Lichtstrom wird bei derartigen Leuchten so gelenkt, daß in der Straßenrichtung erheblich mehr Licht ausgestrahlt wird, als quer zur Straßenrichtung. Ältere Leuchten dieser Art, bei denen Glocken mit lichtlenkenden Prismen zu diesem Zweck verwendet wurden, haben sich in der Praxis nicht in größerem Umfange einführen können. Bei den neueren Zweiwege-Breitstrahlern (Kandem-Leuchten Nr. 1003 und 997) sitzt die Glühlampe in einem Spiegelkörper, der die Form eines kieloben liegenden Bootes hat (Abb. 1) und der quer zur Straßenrichtung aufgehängt wird. Die Lichtverteilungskurve, Abb. 2, zeigt deutlich, daß dadurch eine

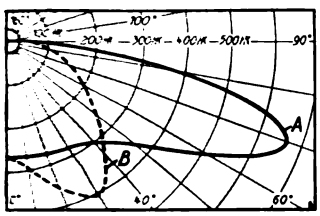


Abb. 2. Lichtverteilungskurven der Zweirichtungsbreitstrahler Nr. 997.

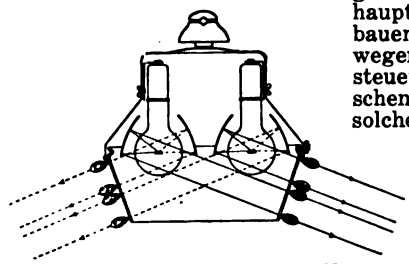


Abb. 3. Strahlenverlauf bei der Kandem-Leuchte Nr. 997.

erheblich stärkere Ausstrahlung in der Straßenrichtung erzielt wird. Der Strahlenverlauf einer solchen für zwei einzeln schaltbare Glühlampen eingerichteten Leuchten ist aus der Abbildung 3 ersichtlich. Durch einen mattierten Abblendring wird Schlierenbildung und Blendung vermieden. Die lichttechnischen Vorzüge dieser neuen Zweiwege-Breitstrahler sind sehr erheblich. Die dadurch erreichbare Ersparnis an Leuchten und Glühlampen, Installations- und Aufhängematerial fällt sehr ins Gewicht. *f*

Elektrowärme.

Selbsttätige Universal-Widerstandsschweißmaschine für 25 000 mm² Querschnitt. — Die selbsttätigen Widerstands-Stumpfschweißmaschinen der AEG, die nach dem Abbrennverfahren arbeiten, sind in den letzten Jahren nach allen Richtungen ausgebaut worden und haben sich bereits im jahrelangen praktischen Betrieb bewährt. Die erste und kleinste derartige Maschine ist seinerzeit in der ETZ beschrieben worden[1]). Heute liegt bereits eine abgeschlossene Typenreihe vor, deren größte Ausführung vor kurzem fertiggestellt und der Öffentlichkeit vorgeführt werden konnte. Es handelt sich um eine Maschine für einen Größtquerschnitt von 25 000 mm². Die technischen Daten der Maschine sind 800 kVA Spitzenleistung, entnommen aus einem wassergekühlten Transformator, höchster Stauchdruck 50 t, höchster Spanndruck 70 t. Der äußere Aufbau der Maschine ist aus Abb. 4 zu entnehmen. Die elektrischen Betätigungs- und Regelglieder sind, soweit es irgend möglich war, von der Maschine getrennt worden, um sie dem rauhen Schweißbetrieb zu entziehen. In einem eigenen Bedienungspult sitzen sämtliche Schalter, die der Schweißer zu betätigen hat. 2 Schützenschränke bergen die Schützensteuerung. An der Maschine selbst verblieben nur die Endschalter, da diese ja von der Schlittenstellung abhängig sind, sowie die Stufenschalter für die Transformatoranzapfungen, da diese zweckmäßig mit dem Transformator verbunden bleiben. Mechanisch ist die Maschine nach den bereits bewährten Grundsätzen gebaut worden. Die eigentliche Führung des beweglichen Schlittens besorgt ein langer Balken, auf dem der Schlitten aufgepreßt ist. Dieser Balken führt sich in 2 Buchsen, die sich rechts und links am Maschinenbett befinden. Der Führungsbalken, die Stauchspindel und die Mitten der Einspannbacken liegen genau in einer senkrechten Ebene, so daß waagerechte Biegungsmomente von der Maschine ferngehalten sind. Die nicht zu vermeidenden Momente treten also nur in senkrechter Richtung auf und sind durch geeignete Ausführung des Schlittenkörpers aufgenommen.

Alle Bewegungen, die die Maschine ausführt, werden einheitlich von Elektromotoren bewirkt. Dabei sind die Elemente der 3 Bewegungsteile (zwei Einspannungen, eine Stauchbewegung) einheitlich mittels Schneckentriebs, Mutter und Spindel ausgeführt. Die Regelung der Drücke in den 3 Pressen, aus denen die Maschine im Grunde besteht, erfolgt auf einfachste Weise mittels Reaktionsfedern, eine Ausführung, die von den schon früher gebauten motorisch betätigten Maschinen auf die selbsttätige übernommen wurde und sich betriebsmäßig seit etwa 8 Jahren bewährt hat.

Die mit der Maschine unternommenen Abnahmeversuche haben gezeigt, daß es ohne weiteres möglich ist, selbst kompakte Querschnitte von 25 000 mm², also Vierkanteisen von 160 mm Seitenlänge einwandfrei zu verschweißen. Selbstverständlich wurden die Versuche auch auf anders geartete Querschnitte ausgedehnt und ergaben bei Rohren, Flachmaterial und Trägern völlig befriedigende Ergebnisse. Die Universalautomatik hat es überhaupt erst ermöglicht, eine Maschine dieses Ausmaßes zu bauen. Handbetätigung scheidet bei den großen zu bewegenden Massen von vornherein aus. Eine von Hand gesteuerte motorische Betätigung wäre aus schweißtechnischen Gründen nicht anwendbar gewesen, da sich mit einer solchen Betätigungsart die Feinfühligkeit, die sowohl während des Abschmelzens als auch während des Vorwärmvorganges notwendig ist, niemals erreichen läßt. Bei einer ähnlichen in England vor kurzer Zeit zur Aufstellung gelangten Schweißmaschine englischer Herkunft für etwa 19 000 mm² Querschnitt erfolgt die Einstellung der 3 Vorgänge, Vorwärmen, Abschmelzen, Stauchen, nach Zeit. Es ist schon des öfteren nachgewiesen worden, daß die reine Zeitregelung zur Erzielung einer optimalen Schweißung ungeeignet ist, da bei ihr der beim Schweißen ausschlaggebende Faktor, die Temperatur der Stoßflächen, nicht beachtet wird.

Die in Abb. 4 dargestellte selbsttätige Stumpfschweiß-

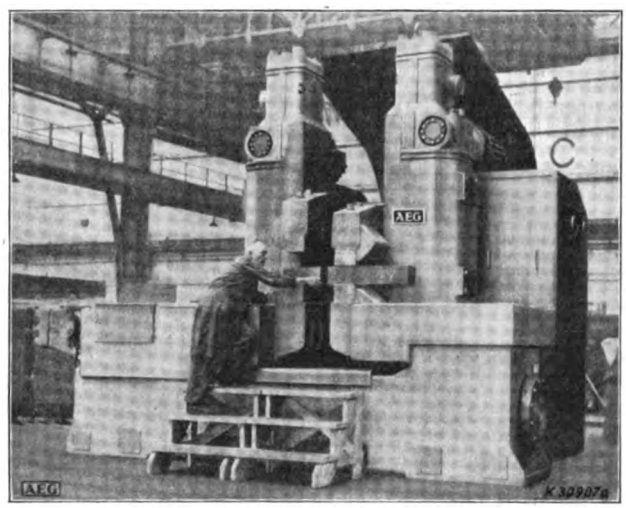


Abb. 4. Selbsttätige Abschmelz-Stumpfschweißmaschine für 25 000 mm² Schweißquerschnitt.

maschine gelangt in einem deutschen Werk zur Aufstellung, ein erfreuliches Zeichen für die Wiederbelebung der deutschen Industrie. Kleinere Maschinen aus derselben Typenreihe sind jedoch schon mehrfach ins Ausland geliefert worden und setzen sich dort in steigendem Maße gegen stärkste Konkurrenz aus aller Welt durch. *Rts.*

Bergbau und Hütte.

Nockenfahrschalter für Grubenbahnen. — Neuerdings ist das Bestreben festzustellen, bei den Grubenlokomotiven allmählich die Schleifringfahrschalter durch Nockenfahrschalter zu ersetzen, weil hierdurch die Kosten für Wartung und Unterhaltung beträchtlich verringert werden können. Bei den Schleifringfahrschaltern erfolgte die Schaltung der Stromkreise durch Auf- und Abgleiten von stromführenden Fingern auf Metallbelägen. Ein Nachteil dieser Schaltart war, daß bei der üblichen Anordnung von nur einer Blasspule die Blaswirkung bei den Kontaktfingern infolge des nicht überall homogenen Feldes verschieden war und ein größerer Abbrand an einzelnen Fingern und Kontakten in Kauf genommen werden mußte. Hieraus ergab sich für diesen Fahrschalter die Notwendigkeit einer sorgfältigen und dauernden Wartung. Bei den Nockenfahrschaltern dagegen werden zum Öffnen und Schließen der

[1]) ETZ 1932, S. 197.

Digitized by Google

Stromkreise Nockenschütze verwendet, von denen jedes eine eigene Blasspule besitzt. Die an den einzelnen Schützen beim Öffnen eines Stromkreises auftretenden Lichtbogen werden bei dieser Anordnung der Blasspulen wirksamer als bei Schleifringfahrschaltern gelöscht. Da die einzelnen Schütze nur eine geringe Pflege benötigen und der Abbrand gering ist, brauchen Nockenfahrschalter nur in größeren Zeitabständen nachgesehen werden. Abb. 5 zeigt einen derartigen Fahrschalter der SSW. Die bei jedem Kontakt angeordneten Funkenschutzkamine sind aus der Abbildung deutlich zu ersehen.

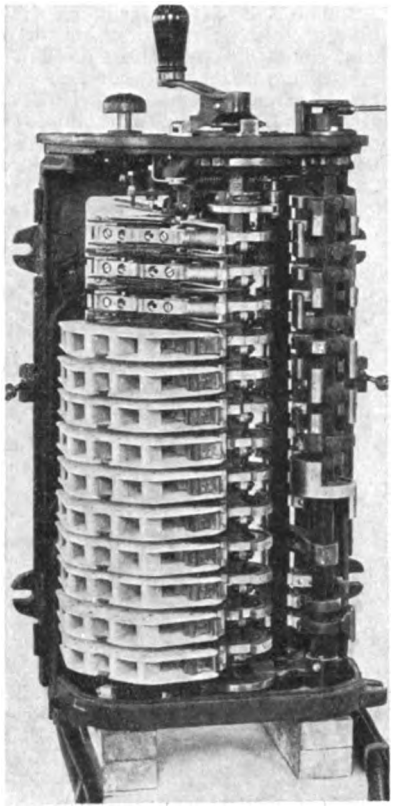


Abb. 5. Nockenfahrschalter für Grubenbahnen.

Dieser Fahrschalter ist bemerkenswert infolge Einbaues des Höchststromausschalters und des Kurzschließers in den Fahrschalter selbst. Diese Neuerung wird von den Lokomotivführern besonders angenehm empfunden und wirkt sich räumlich auch deshalb günstig aus, weil bekanntlich in den Grubenlokomotiven die Raumverhältnisse besonders gedrängt sind. Die Übersichtlichkeit in der Lokomotive wird durch den Einbau dieser Apparate in den Fahrschalter erhöht und die Bedienung der Lokomotive wesentlich erleichtert. Für die Höchststromauslösung werden die beiden obersten Nockenschütze verwendet, die bei Überstrom auslösen, die aber auch von Hand durch den auf der Oberplatte des Fahrschalters angebrachten Druckknopf ausgeschaltet werden können. Wenn der Höchststromausschalter angesprochen hat, muß der Führer mit der Fahrkurbel auf Null zurückgehen, um wieder von neuem anfahren zu können. Das dritte Schütz von oben wird als Kurzschließschalter verwendet und dadurch betätigt, daß die Hauptwalze entgegen der allgemeinen Drehrichtung über die Nullstellung hinaus bewegt wird. Die Überstromeinrichtung besitzt 2 Auslösespulen, und zwar je eine für einen Motor. Diese Einrichtung hat noch den Vorteil, daß die Motoren auch bei Serienschaltung und bei Fahrt mit jedem Motor allein ordnungsmäßig geschützt sind.

Dieser Nockenfahrschalter kann auch mit einer Nullspannungsspule ausgerüstet werden, die so arbeitet, daß beim Fortbleiben der Spannung der Höchststromausschalter ausgelöst wird. Wenn also im Grubenbetrieb die Spannung fortbleibt, was bekanntlich sehr oft der Fall ist, und die Spannung plötzlich wiederkehrt, dann ist dies für die Lokomotive ungefährlich, da ja der Höchststromausschalter noch ausgeschaltet ist, wenn der Lokomotivführer die Kurbel nicht in die Nullstellung gebracht hat. Der Führer wird also bei dieser Schaltung gezwungen, in solchen Fällen immer auf Null zu gehen. Als weitere Neuerung kann bei diesem Nockenfahrschalter erwähnt werden, daß das Wellenende der Umschaltwalze durch eine Kappe derartig geschützt ist, daß die Betätigung nur vermittels der vom Werk gelieferten Umschalthebel erfolgen kann. Eine Drehung der Umschaltwalze durch Zangen oder sonstige Werkzeuge und damit die unbefugte Inbetriebsetzung der Lokomotive wird hierdurch unmöglich gemacht. *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

Über Knallgeräusche in Fernmelde-Freileitungen und ihre Unterdrückung durch Knallschutzgeräte. — Um das Personal und die Apparate an Fernmelde-Doppelleitungen gegen hohe Spannungen durch atmosphärische Aufladungen von Freileitungen zu schützen, schaltet man zwischen jede der Leitungen und Erde einen mit verdünnten Gasen gefüllten Spannungsableiter. Im allgemeinen sprechen die beiden Ableiter kurz hintereinander an, in der Zwischenzeit liegt an dem Fernmeldeapparat kurzzeitig eine hohe Spannung, die im Fernhörer die gefürchteten Knallgeräusche erzeugt, u. U. auch die Beamtinnen der Vermittlungstelle gefährden kann.

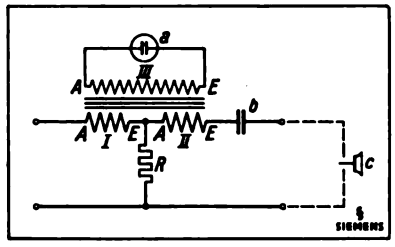
Dieser schädlichen Wirkung der Knallgeräusche wird am wirksamsten dadurch begegnet, daß parallel zum Kopfhörer eine Anordnung geschaltet wird, die im normalen Betriebszustande möglichst wenig stromdurchlässig ist, die dagegen die Störströme der geschilderten Art möglichst vollkommen aufnimmt. Als brauchbar haben sich folgende 3 Anordnungen erwiesen.

1. Fritter. Sie bestehen beispielsweise aus mehreren zu je 2 zwischen 2 Scheibenelektroden geschalteten polierten Stahlkugeln. Für die Sprechspannung ist der Übergangswiderstand zwischen den Kugeln sehr groß. Bei den größeren Knallspannungen verfritten dagegen die Kugeln und schließen so den Kopfhörer praktisch kurz. Die Scheibenelektroden werden durch ein Uhrwerk langsam gedreht und dadurch wieder entfrittet.

2. Gleichrichterschaltungen. Man legt parallel zum Hörer für jede Stromrichtung einen Gleichrichter mit entgegengeschalteter Batterie von etwa 1,5 V. Die Sprechströme werden in diesem Gerät in der Durchlaßrichtung durch die Gegenspannung und in der Sperrrichtung durch den Gleichrichter selbst gesperrt. Wenn die Spannung am Kopfhörer größer als 1,5 V ist, werden die Ströme dagegen in der Durchlaßrichtung hindurchgelassen. Durch eine Art Graetz-Schaltung kann man auch erreichen, daß man mit nur einer Gegenbatterie auskommt.

3. Glimmlampen. Die Glimmlampen müssen über einen Transformator mit sehr hohem Übersetzungsverhältnis parallel zum Hörer geschaltet werden, da ihre Zündspannung nur wenig unter 100 V gesenkt werden kann.

Die beschriebenen Anordnungen sind besonders gut geeignet, wenn einerseits die durch sie hervorgerufene Dämpfung der Sprechströme möglichst klein und wenn anderseits die Dämpfung der Knallgeräusche möglichst groß ist. Am besten ist in dieser Hinsicht der Kugelfritter, doch erfordert er eine ständige, sehr sorgfältige Wartung. Am ungünstigsten sind die Gleichrichtergeräte, da der Strom in der Durchlaßrichtung nicht plötzlich, sondern sehr allmählich einsetzt. Die Glimmlampen-Schutzvorrichtungen sind von der Güte des Transformators abhängig und bei guter Wirkungsweise sehr teuer.



a Glimmlampe *b* Kondensator *c* Fernhörer.

Abb. 6. Schaltbild des neuen Siemens-Knallschutzgerätes.

Dieser Nachteil wird in einem neuen Gerät von Siemens & Halske durch eine Kunstschaltung (von Küpfmüller) nach Abb. 6 behoben. Das Übersetzungsverhältnis von Wicklung *I* nach *II* ist 1 : 1 und von *I* nach *III* etwa 1 : 50. Wenn die Glimmlampe angesprochen hat, liegt an *II* und damit am Kopfhörer $^1/_{50}$ der Glimmlampenspannung, vermehrt um den ohmschen Spannungsabfall der Wicklung *III* bezogen auf *II*. Diese Spannung wird durch eine entsprechende Gegenspannung an dem Widerstand *R* kompensiert, so daß die Spannung am Kopfhörer praktisch Null wird. Die Knalldämpfung dieses neuen Gerätes ist praktisch ebenso groß wie beim Kugelfritter, seine Betriebsicherheit ist jedoch wesentlich größer, da sie von der Wartung unabhängig ist. (W. Wild, Siemens-Z. Bd. 14, S. 379.) *Hc.*

Digitized by Google

Eine neue italienische Fernschreibmaschine. — Romolo Deaglio hat eine Fernschreibmaschine konstruiert, deren Prinzip darauf beruht, daß die einzelnen Zeichen durch eine Kombination von zwei Frequenzen übertragen werden. Der Apparat benutzt sechs Frequenzen im Bereich von 250 ··· 600 Hz, die in einem Röhrengenerator erzeugt werden. Ein Buchstabe wird also durch die Übertragung von 2 Frequenzzügen, z. B. $f_1 = 400$ Hz und $f_2 = 365$ Hz von je $^1/_{25}$ s Dauer und einer Pause von $^1/_{100}$ s charakterisiert. Abb. 7 zeigt das Schaltbild des Sen-

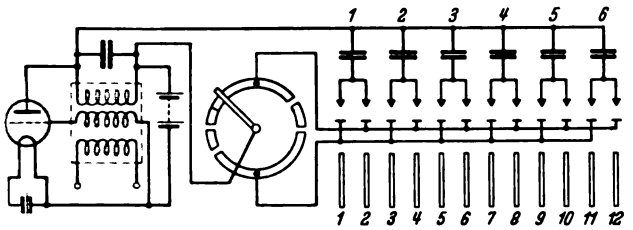


Abb. 7. Schaltbild der Sendemaschine.

ders, der aus dem Röhrensender und 12 Wählerschienen besteht. Durch das Niederdrücken der Taste (der Verfasser verwendet eine etwas geänderte gewöhnliche Schreibmaschine) werden jeweils 2 Wählerschienen, eine gerader und eine ungerader Bezeichnung, verrückt und damit je zwei verschiedene dem betreffenden Buchstaben zugehörige Frequenzen ins Netz gesandt. Die empfangende Maschine, deren Schaltbild in Abb. 8 dargestellt

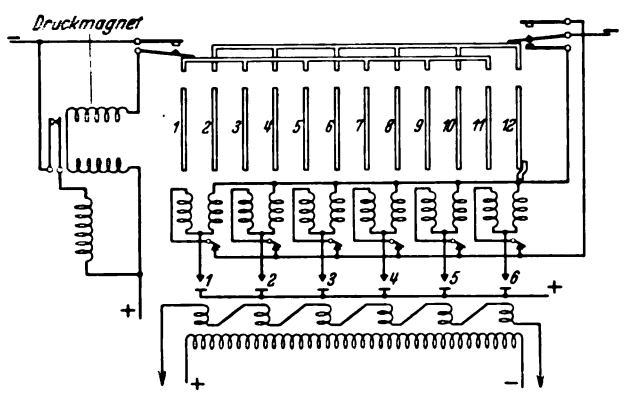


Abb. 8. Schaltbild der empfangenden Maschine.

ist, besteht in der Hauptsache aus 6 schwingenden Zungen, die auf die 6 Senderfrequenzen abgestimmt sind. Das ankommende aus den 2 Wellenzügen bestehende Zeichen bringt zuerst eine Zunge zum Ansprechen, die eine der 12 Schienen gerader Bezeichnung freigibt, dann eine andere Zunge, die eine Schiene ungerader Bezeichnung auslöst. Die Freigabe der ersten Schiene bewirkt, daß die zweite Frequenz nur auf eine ungerade Schiene einwirken kann. Die Verrückung dieser zwei Schienen betätigt den gewünschten Buchstaben und setzt gleichzeitig den Druckmagneten unter Strom. Der Autor erzielte mit seinem ersten Modell 5 Zeichen/s, glaubt aber, durch entsprechende Verfeinerung auf die Standardgeschwindigkeit von 7 Zeichen/s zu kommen. Die Niederfrequenzen können eine hochfrequente Trägerwelle modulieren, so daß man die Maschine in der drahtlosen Telegraphie verwenden kann. Ferner, durch Modulation einer Übertragungswelle mittlerer Frequenz, kann man in Duplexverbindung über eine Fernsprechleitung arbeiten. (R. Deaglio, Alta Frequenza Bd. 3, S. 376.) *Rtz.*

Die Höhenantenne des Groß-Rundfunksenders München. — Nachdem die den Nahschwund mindernde Antenne des Reichsenders Freiburg seit Monaten erfolgreich arbeitet, hat die Deutsche Reichspost für den Großsender München die erste Höhendipolantenne für große Leistungen errichten lassen.

Die neue Lorenz-Dipolantenne ist eine an einem Holzturm von 163 m Höhe befestigte Einmastantenne. Die eigentliche Antenne, der Höhendipol, besteht aus zwei an gegenüberliegenden Seiten des Mastes senkrecht abwärts gespannten Drähten, die von der Mastspitze bis zu 80 m herunterführen, in die Mitte bei 120 m Höhe unterbrochen sind. An der Mastspitze und in 80 m Höhe ist die Kapazität der Antenne durch flächenförmige Drahtgebilde erhöht, wodurch eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrades erreicht ist (90 % Wirkungsgrad gegenüber 75 ··· 80 % bei früheren Antennenkonstruktionen). Die Energiezuführung zum Dipol erfolgt durch eine Steigeleitung, die in der Mitte des Mastes zu dem in 120 m Höhe eingebauten Häuschen geführt ist, in dem sich die Dipolabstimmung und die Kopplungspule nebst anderen Abstimmitteln zur Leistungsübertragung befinden. Die große Abstimmspule ist zur Erreichung eines guten Wirkungsgrades nach neuesten Gesichtspunkten, unter Verwendung der verlustarmen Keramik (3 m hoch, 1 m Dmr.). In 80 m Höhe ist in die Steigeleitung eine Einrichtung eingebaut, die die Rückwirkung der Antenne auf die Steigeleitung ausgleicht. Für Versuchszwecke kann die Höhendipolantenne in eine normale Antenne mit Hilfe zweier Schalter verwandelt werden.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Über Wirbelströme und magnetische Nachwirkung in Eisenblechen. — Bei magnetischen Materialien mit verhältnismäßig großer Permeabilität (hochlegiertes Eisen, Permalloy) sind die Permeabilität und der „Verlustfaktor" (proportional den Verlusten/Periode) bei nicht allzu kleinen Feldstärken stark von der Frequenz abhängig. Zur Untersuchung, ob diese Abhängigkeit allein auf die Wirkung der Wirbelströme zurückzuführen ist, wurde diese Wirkung berechnet. Die Hysteresesschleife wurde dazu durch eine flächengleiche Ellipse ersetzt, d. h. die Oberwellen von Feldstärke und Induktion wurden vernachlässigt. Ausgangspunkt für die Berechnung waren die Maxwellschen Gleichungen, sie wurden numerisch integriert, um die Änderung der Permeabilität über den Blechquerschnitt, hervorgerufen durch die Änderung der Feldstärke infolge der Wirbelströme, zu erfassen. An zwei Beispielen konnte nachgewiesen werden, daß die Vernachlässigung der Oberwellen keinen beträchtlichen Fehler verursacht. Die Rechnung ergab, daß die gemessenen Änderungen der magnetischen Eigenschaften der untersuchten Bleche quantitativ nicht durch die Wirkung der Wirbelströme allein erklärt werden können. Die Abweichungen zwischen Rechnung und Messung sind sicher ein Mehrfaches der möglichen Fehler in der Rechnung. Es wurde daher im Anschluß an ältere Arbeiten angenommen, daß als weitere Ursache für die gemessene Frequenzabhängigkeit magnetische Nachwirkungen anzusehen sind. Die bekannten Formeln für die elektrische Nachwirkung wurden auf die magnetischen Vorgänge angewandt. Eine vollständige Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung konnte aber auch hiermit nicht erzielt werden, solange angenommen wurde, daß die Konstanten, die den Nachwirkungsvorgang kennzeichnen, über den ganzen Verlauf der Hystereseschleife sich nicht ändern. Bei einer Rechnung unter vereinfachenden Annahmen wurde vorausgesetzt, daß eine Änderung dieser Konstanten eintritt, damit konnten die Unterschiede zwischen Rechnung und Messung qualitativ erklärt werden. (W. Lockemann, Dr.-Dissertation T. H. Stuttgart, 1932.) *Sb.*

Ist der Sperrschichtphotoeffekt ein Hallwachseffekt? — Während O. v. Auwers und H. Kerschbaum Proportionalität zwischen Photostrom und einfallender Lichtmenge annehmen und die Charakteristik aus der Nichtlinearität des inneren Widerstandes ableiten, versuchen Perucca und Deaglio, den Sperrschichtphotoeffekt als Hallwachseffekt zu deuten. Die Zelle müßte dann eine elektromotorische Kraft ergeben, die von der Frequenz, aber nicht von der Lichtstärke des einfallenden Lichtes abhängt. Zur experimentellen Prüfung untersuchen sie Photozellen, bei denen der Rückstrom möglichst klein gemacht ist. Indem sie dann in den Lichtstrom ein Drahtnetz einschalten, erhalten sie eine diskontinuierliche Belichtung der Zellenoberfläche und vergrößern damit den Rückstrom, der in den nichtbelichteten Zonen der Sperrschicht vor sich geht. Bei geringem Rückstrom zeigt die Leerlaufspannung in Abhängigkeit von der Belichtung Sättigung, während mit abnehmendem Rückwiderstand die Kurven fortschreitend gerader werden. In diesen beiden Ergebnissen sehen die Verfasser Stützen für ihre Hypothese. (E. Perucca und R. Deaglio, Z. Physik Bd. 72, S. 102.) *Br.*

Elektrische Eigenschaften von gedehntem Gummi. — Die technisch wichtigen Eigenschaften von vulkanisiertem Gummi, nämlich Durchschlagsfeldstärke

Digitized by Google

und dielektrische Verluste, werden durch Dehnung des Materials, besonders für kurze Beanspruchungszeit, um etwa 40 % verbessert. Anderseits kommt aber die schädliche Ozonwirkung, welche die dielektrische Beanspruchung begleitet, bei gedehntem Gummi wesentlich stärker zur Geltung. Die Schutzschicht, die sich durch die Ozonwirkung bildet und das weitere Fortschreiten des Ozons verhindert, reißt bei gedehntem Zustand fortwährend ein, so daß das Ozon viel tiefer eindringen kann. Für längere Beanspruchungszeiten wird der Effekt daher durch die Ozonwirkung verdeckt. Die Erhöhung der Durchschlagsspannung findet nur für Wechselspannung in Luft statt; sowohl bei Gleichspannung wie unter Öl verschwindet sie. Die Erniedrigung der dielektrischen Verluste tritt nur bei Anwesenheit wenn auch geringer Luftmengen ein. Die Erscheinung beruht wahrscheinlich auf einer Verbesserung der Oberflächenbeschaffenheit des Gummis, indem durch die Dehnung die oberflächlichen mikroskopischen Unebenheiten weitgehend geglättet werden. Dadurch kann der Gummi im gedehnten Zustand der schädigenden Luftionisation einen größeren Widerstand entgegensetzen als im ungedehnten. (A. Gemant, Z. Physik Bd. 73, S. 526.) *Br.*

Die Konstanz der Dielektrizitätskonstanten bei extrem hohen Feldstärken. — Es ist anzunehmen, daß der Zusammenhang von Elektronenverschiebung im Innern eines Dielektrikums und Feldstärke nicht bis zum Durchschlag konstant bleibt, daß sich also die Dielektrizitätskonstante vor dem Durchschlag ändert. Nun zeigen die bei der elektrolytischen Ventilwirkung gebildeten Oxydschichten außerordentlich hohe dielektrische Festigkeit, wohl deshalb, weil bei der Bildung der Schicht die volle extrem hohe Feldstärke an ihr liegt, so daß die Bildung von Lockerstellen unmöglich ist. In diesen Schichten lassen sich Feldstärken bis zu 13 MV/cm erreichen, und bei diesen Feldstärken läßt sich die Kapazität und damit die Dielektrizitätskonstante messen. Solche Messungen wurden bei verschiedenen Schichten in Abhängigkeit von der Feldstärke ausgeführt. Bei Schichten von Al_2O_3, Sb_2O_4, Bi_2O_3 und ZrO_2 ergibt sich die Dielektrizitätskonstante unabhängig von der Feldstärke. Dagegen ergibt sich bei Ta_2O_5 eine Änderung von 10 %; bei WO_3 steigt die Kapazität sogar auf das 2,6fache, wenn die Feldstärke von maximaler Größe auf kleine Werte verringert wird. Oszillographenaufnahmen mit pulsierendem Gleichstrom ergeben die diesen großen Kapazitätsänderungen entsprechenden Kurvenverzerrungen. Dagegen zeigen die Schichten nicht die nach der Maxwellschen Beziehung $n = \sqrt{\varepsilon}$ zu erwartende Änderung der Interferenzfarben. (A. Güntherschulze u. H. Betz, Z. Physik Bd. 71, S. 106.) *Br.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Die neue Kesselanlage des Cuno-Kraftwerkes. — Die erst 1927 gebaute Kesselanlage des Cuno-Werkes, ein Hochdruckdampf-Kraftwerk des Kommunalen Elektrizitätswerkes Mark AG., Hagen, wurde 1932 erheblich erweitert, da sich die Kessel in fünfjährigem Betrieb ausgezeichnet bewährt hatten und da die bisherige Dampferzeugungsanlage nicht ausreichte, um die beiden 20 000 kW-Turbinen vollständig auszunutzen. Zwei neue Kessel für 36 atü Dampfdruck, 425 ° Dampftemperatur, 1280 m² Kesselheizfläche, 65 t/h Normallast und 80 t/h Höchstlast wurden aufgestellt und im Mai 1933 in Betrieb genommen. Obwohl die neuen Kessel von ähnlicher Bauart sind wie die bisherigen (Teilkammerkessel mit teilweise gekühlten Brennkammerwänden), gelang es doch, auf Grund der in den letzten Jahren gesammelten Erfahrungen sowie der letzten Erkenntnisse der Kessel- und Feuerungstechnik, auf gleicher Grundfläche und in dem gleichen umbauten Raum die doppelte Leistung unterzubringen und damit an Grund und Boden, Gebäuden, Rohrleitungen, Hilfseinrichtungen usw. bedeutende Ersparnisse zu erzielen.

Neuartig an beiden Kesseln ist die schachbrettartige Anordnung der Kohlenstaubbrenner, die einen ausgezeichneten Ausbrand des Staubes ermöglicht, wie die Abnahmeversuche gezeigt haben, ferner der außerordentlich gute Schutz von Feuerraum und Kessel gegen Strahlungsverluste dadurch, daß die Feuerraumwände hohl ausgeführt wurden und daß durch die Hohlräume ein Teil der Verbrennungsluft geleitet wird, der einen großen Teil der Strahlungswärme aufnimmt. Außerdem sind die Kaltluftventilatoren oberhalb des Kessels angebracht und saugen die kalte Außenluft durch das Kesselhaus und an den Kesselseitenwänden vorbei; dadurch wird die Kaltluft um etwa 32 ··· 38 ° aufgewärmt und der Strahlungsverlust weiterhin beträchtlich verringert.

Für das Vermahlen der Kohle wurde erstmalig eine völlig neuartige Mühlenbauart verwendet, die sogenannte Dampfmühle. Bei dieser tritt durch eine Laval-Düse Dampf von unten in den birnenartigen Mühlenkörper ein und reißt durch seine hohe Geschwindigkeit die seitwärts eintretenden Kohlenteilchen mit, die gegen eine über der Düse angebrachte Prallplatte geschleudert werden. Die dabei entstehenden feinen Brennstaubteilchen werden unmittelbar abgesaugt, während die gröberen Teile nach unten fallen und wiederum vom Dampf mitgerissen werden. Der Mühlendampf wird unmittelbar hinter dem Überhitzer entnommen und tritt mit 425 ° in die Düse.

Zum ersten Male in einem deutschen Kraftwerk hat man auch den flüssigen Schlackenabstich bei der Staubfeuerung verwendet. Die Schlacke sammelt sich in dem wannenförmig augebildeten Boden der Brennkammer, wird in flüssigem Zustand durch ein Stichloch abgezogen und durch Wasser granuliert. Wie sich bei den Versuchen gezeigt hat, ist diese Art der Schlackenentfernung heute betriebssicher durchgebildet und empfiehlt sich für alle Staubfeuerungen, die Kohlen mit niedrigschmelzender Schlacke verfeuern.

Die Abnahmeversuche ergaben außerordentlich hohe Wirkungsgrade von 88 ··· 89 %, und zwar sowohl bei Halblast als auch bei Normallast und hoher Überlastung, während die älteren Kessel 86 ··· 87 % Wirkungsgrad aufweisen. Die Neuanlage hat also nicht nur wesentliche Ersparnisse an Anlagekosten, sondern auch eine bessere Brennstoffausnutzung ergeben. Der Strahlungsverlust betrug bei allen Versuchen weit weniger als 1 %. Auch die Verluste durch unverbrannte Gase und Flugkoks waren sehr gering. Auch die neuartigen Dampfmühlen haben sich bei den Versuchen und im späteren Betrieb gut bewährt und eine ausreichende Feinheit des Staubes ergeben. (Marcard, Arch. Wärmewirtsch. Bd. 14, S. 313.) *Prs.*

Verschiedenes.

Jubiläum. — Die Ziehl-Abegg Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H. in Berlin-Weißensee konnte am 2. I. 1935 auf ein 25jähriges Bestehen zurückblicken. Gegründet von dem jetzt noch an der Spitze des Unternehmens stehenden Fabrikdirektor Emil Ziehl im Verein mit dem später aus der Firma ausgeschiedenen Ingenieur Eduard Abegg hat sich die Gesellschaft aus kleinen Anfängen zu einer bedeutenden Spezialfabrik für den Bau von Gleich- und Drehstrommaschinen entwickelt. Durch zielbewußte Beschränkung auf Maschinen bis zu einer Leistung von 100 kW hat die Firma es verstanden, diese vorwiegend benötigten Maschinen zu einem Sondererzeugnis von hoher Vollendung und Leistungsfähigkeit zu machen.

Messeheft 1935 der ETZ. — Die in der Zeit vom 3. ··· 10. III. 1935 im Hause der Elektrotechnik auf dem Messegelände zu Leipzig stattfindende Frühjahrsausstellung wird wieder eine Fülle von Neuerungen der elektrotechnischen Industrie aufweisen. Wer aus seiner Fabrikation etwas mitzuteilen hat, tut gut, einen kleinen Originalbericht mit Abbildungen für die beiden Frühjahrsmessehefte der ETZ bis spätestens 25. I. 1935 an die „Schriftleitung der ETZ", Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, II, zu senden. Später eingehende Berichte können nicht mehr berücksichtigt werden.

Energiewirtschaft.

Haushalttarife in Frankreich. — Die dauernd wachsenden Kapitalanlagen der Verteilung den eigentlichen Kraftwerks-, also Erzeugungskosten gegenüber machen sich in einer wirtschaftlichen Krise besonders fühlbar. Neben Kleingeräte- und Lichtwerbungen hat man sich in Frankreich vornehmlich der Elektroküche zugewandt. Eine Nachprüfung der Tarife wurde infolgedessen notwendig. Der Verfasser hält die so entstandenen Tarife oft für übereilt oder z. T. auf oberflächlichen Untersuchungen aufgebaut.

Die Tarifarten werden einleitend behandelt. Der Verfasser weist gleichzeitig auf die immer noch mangelnde einheitliche Bezeichnung hin. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Tarife für Werk wie Abnehmer sind in einer ausführlichen Zahlentafel zusammengestellt. Die Kilowattstunden-, Pauschal- und Grundpreistarife haben für den vorliegenden Zweck größere Nachteile als Vorteile, bei den Regelverbrauchstarifen dagegen überwiegen die Vorteile.

Digitized by Google

Der Verfasser stellt fest, daß die Regelverbrauchs- oder Blocktarife, also der einfache Blocktarif, der Wright-Benutzungsdauertarif und der Regelverbrauchstarif nach Zimmerzahl, Größe oder Zählergröße, in Frankreich die beliebtesten sind. Eine Untersuchung über die hierfür maßgebenden Gründe wird angestellt. Die bekannten Nachteile der Kilowattstunden- und Pauschaltarife werden kurz gestreift. Von besonderem Interesse sind für uns die Gründe gegen den Grundpreistarif.

Der Kleinabnehmer versteht die Erhebung eines Grundpreises nicht und ist daher unzufrieden. Wird der Grundpreis einheitlich festgesetzt, so zahlen die Kleinstabnehmer, also die größte Zahl der Abnehmer überhaupt, zu hohe Preise. Anschluß- und Zählergröße usw. als Maß für den Grundpreis ist installationsfeindlich und erfordert unwillkommene Besichtigungen.

Noch besonders wird der bei uns fast unbekannte, ausgesprochene Dreigebührentarif (Doherty-Tarif) aus den gleichen Gründen abgelehnt.

Auch die Zeittarife (Doppel- und Dreifachtarife) werden wegen der Kostspieligkeit und Schwierigkeit der Zählung und Verrechnung nicht empfohlen. Zugleich sind sie für die Kleinstabnehmer zu hoch und abnahmehindernd.

Der Regelverbrauchstarif wird mit 4 Preisblocks vorgeschlagen, allerdings soll der letzte Block besonders gezählt werden, da er nur für Talstrom gelten soll. Die Preise werden mit etwa 32 Pf/kWh für den ersten Block, 16 Pf/kWh für den zweiten Block, 8 Pf/kWh für den dritten Block und 4 Pf/kWh für den vierten Block für Frankreich vorgeschlagen (1 Fr. = 16 Pf). Die Zimmerzahl soll die Blockgröße bestimmen. Hierbei verweist der Verfasser auf die zweckmäßige Zimmerwertung von Bastide und Brémond[1]). Die Anschluß- oder Zählergröße wie die Lampenzahl verwirft er wie beim Grundpreistarif. Gegen den Regelverbrauch nach vorjähriger Abnahme wendet er sich auf das entschiedenste. Gerade die guten Abnehmer kommen erst spät in den Genuß der geringen Preissätze, während die früher besonders schlechten Abnehmer bereits nach geringem Verbrauch in die nächste Preisstaffel vorrücken.

Zur leichteren Bestimmung der Regelverbrauchsblocks dient Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1. Anschluß- und Abnahmewert der hauptsächlichsten Haushaltgeräte.

Geräte	Anschlußwert kW	jährliche Abnahme kWh	Preis der kWh Pf
Lampen	0,050 ··· 1,000	20 ··· 400	32
Bügeleisen	0,300 ··· 0,500	30 ··· 60	16
Radioapparate	0,030 ··· 0,060	20 ··· 50	32
Staubsauger	0,150 ··· 0,300	10 ··· 30	16 ··· 32
Waschmaschinen	0,150 ··· 0,300	20 ··· 30	16
Herde	2,000 ··· 6,000	500 ··· 1500	8
Bratröhren	0,800 ··· 1,200	200 ··· 800	8
Wasserkocher	0,300 ··· 0,600	20 ··· 40	8
Strahlungsöfen	0,600 ··· 0,800	sehr verschieden	8
Heizkörper	1,000 ··· 3,000	„ „	4
Heißwasserspeicher	0,300 ··· 2,000	300 ··· 6000	4
Motoren	0,500 ··· 5,000	50 ··· 500	16
Kühlschränke	0,100 ··· 0,400	100 ··· 500	4 ··· 16
Kleinapparate		10 ··· 20	16 ··· 32

Die Kostenanalyse mit eingehender Statistik wird den Werken wärmstens empfohlen. Die nicht unerheblichen Kosten hierfür machen sich leicht bezahlt durch die Vermeidung der sonst auftretenden geldlichen Verluste.

Das Tarifproblem ist nach Ansicht d. V. in vollem Fluß. Allein die vielen Spielarten der Grundformen seien hierfür ein beredtes Zeichen. Bei einem Durchschnittsverbrauch von jährlich unter 100 kWh der weitaus größten Zahl der Abnehmer könne man unmöglich Tarife machen, die für einen Verbrauch von mehreren 1000 kWh im Jahr der Mehrzahl der Abnehmer gälten. Somit wird eine lange Tarifentwicklung erwartet. (F. Hartmann, Rev. gén. Électr. Bd. 35, S. 723.) *A. G. A.*

[1]) Etienne Bastide et Ernest Brémond, Rapport sur un essai de tarification de l'énergie électrique dans une distribution rurale, Rev. gén. Électr. Bd. 34, S. 342.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Londoner Konferenz zur Revision des Unionsvertrages. — Der im Jahre 1883 in Paris geschlossene Unionsvertrag (UV), der bekanntlich die zwischenstaatlichen Rechtsverhältnisse auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes regelt, soll nach seinen Bestimmungen von Zeit zu Zeit in Beratungen der beteiligten Länder einer Durchsicht unterzogen werden. Die vierte derartige Zusammenkunft hat im Juni und Juli 1934 in London getagt und war von den 31 Verbandsländern und außerdem von 18 anderen Staaten beschickt. Deutschland war durch den neuen Präsidenten des Reichspatentamts Klauer vertreten. Die Sitzungen bieten Gelegenheit zu einer gründlichen Durchberatung aller mit dem UV zusammenhängenden Fragen. Änderungen erfordern Einstimmigkeit und sind daher schwer durchzusetzen. Die wesentlichsten Änderungen seien hier kurz angeführt:

Die für die Praxis wichtigste Bestimmung des UV enthält der Artikel 4, nach dem eine Anmeldung auf ein gewerbliches Schutzrecht in einem der Unionsländer in den übrigen Unionsländern dieselbe Priorität genießt, wenn sie dort innerhalb bestimmter Fristen hinterlegt ist. In dieser Beziehung sind in London zwei wichtige Neuerungen erfolgt. Einmal sollen nach Artikel 4bis, 5 in Zukunft die mit dem Prioritätsrecht ausgestatteten Nachanmeldungen nicht mehr in der Patentdauer verkürzt werden dürfen, wie dies bisher z. B. in Großbritannien durch Rückdatierung des Patents auf das Heimatsdatum geschah. Dieses Datum soll in Zukunft lediglich für die Priorität bestimmend sein, wie es in Deutschland stets üblich war. Ferner ist gemäß Artikel 4, B endlich der schon lange bekämpfte „Vorbehalt der Rechte Dritter" gefallen, so daß aus einer innerhalb der Zeit zwischen Erst- und Nachanmeldung erfolgten Benutzung der Erfindung durch Dritte in Zukunft Rechte nicht mehr hergeleitet werden können.

Deutschland und Italien traten nachdrücklich dafür ein, daß in den UV eine Bestimmung aufzunehmen sei, nach der der Erfinder auf dem Patent zu nennen sei. Dem ist aber nur insoweit Rechnung getragen worden, als im Artikel 4ter ganz allgemein gesagt ist, der Erfinder habe ein solches Recht, ohne daß aber angegeben ist, wie er es ausüben kann.

Im Warenzeichenwesen ist eine teilweise Anerkennung der Unabhängigkeit der Marke vom Heimatschutze und die Erleichterung der Übertragung von Warenzeichen durchgesetzt worden. (Artikel 6, B, 2, und Artikel 6quater).

Der revidierte Text des UV nach den Verhandlungen in London findet sich auf Seite 411 der am Schlusse angeführten Zeitschrift. Er gewinnt in Deutschland Gesetzeskraft, wenn das neue Abkommen ratifiziert und durch Gesetz bestätigt ist. (Klauer, Gewerbl. Rechtsschutz 1934, S. 387.) Kahle.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule über das Thema:

„Elektrische Bahnen."

Programm:

7. I. 1935: 1. Berechtigung des elektrischen Zugbetriebes. Systemfrage. Ausdehnung bei der Deutschen Reichsbahn. Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes. Reichsbahndirektor Dr.-Ing. E. h. Wechmann.

14. I. 1935 2. Ortsfeste Anlagen für den elektrischen Zugbetrieb; Kraftwerke, Fernleitungen, Unterwerke, Speise- und Fahrleitungen, Fernmeldeanlagen. Reichsbahnoberrat Dr. Usbeck (Breslau).

21. I. 1935: 3. Drehumformer und Stromrichter zum Anschluß an vorhandene Drehstromnetze. Reichsbahnrat Dr. Kasperowski (München).

28. I. 1935: 4. Elektrische Lokomotiven: Aufbau, Leistungen und Zugkräfte. Regierungsrat a. D. Kleinow, Direktor der AEG.

Digitized by Google

4. II. 1935: 5. Elektrische Ausrüstung der Fahrzeuge: Motoren, Umspanner, Schalt- und Steuereinrichtungen. Prof. Dr. P. Müller, Siemens-Schuckertwerke AG.
11. II. 1935: 6. Die elektrischen Bahnen im Ausland und ihre Hauptmerkmale. Prof. Dr. P. Müller.
18. II. 1935: 7. Elektrische und dieselelektrische Triebwagen. Reichsbahnoberrat a. D. Schlemmer, Firma Brown, Boveri & Co. (Mannheim).
25. II. 1935: 8. Straßen- und Untergrundbahnen. Direktor Benninghoff (Berliner Verkehrs-Gesellschaft AG.).
4. III. 1935: 9. Bergbahnen (noch ungewiß).

Zeit: Montag, abends pünktlich 6½ ··· 8 h.

Ort: Großer Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule, Berlin-Charlottenburg, Kurfürstenallee.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) im Elektrotechnischen Verein, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, II; Postscheckkonto: Berlin 133 02;
b) in der Technischen Hochschule, Zimmer Nr. 235 (Hauptgebäude).

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins . . . . . 8,— RM,
b) für deutsche Studenten . . . . . 4,— „ ,
c) „ andere Teilnehmer . . . . . 12,— „ .

Karten für einzelne Vorträge werden nicht ausgegeben.

Festabend des Elektrotechnischen Vereins

am Mittwoch, dem 16. Januar 1935.

Der „Gesellschaftsabend" im Marmorsaal des Zoologischen Gartens am Mittwoch, dem 16. Januar 1935, wird folgende Form haben:

7½ Uhr: Versammlung der Gäste, zwanglose Begrüßung durch den Vorstand;
8 ··· 9 Uhr: Gemeinsames warmes Essen (an kleinen Tischen); hierauf Tanz.

Dunkler Anzug erbeten.

Der Preis der Teilnehmerkarte, die zur Entnahme des warmen Abendessens (ohne Getränke) berechtigt, beträgt 3,— RM (einschließlich 0,50 RM zur Deckung allgemeiner Unkosten).

Gäste, die das Fest besuchen wollen (ab 9.30 Uhr abends), aber nicht an dem gemeinsamen Essen teilnehmen, haben eine Eintrittskarte zum Preise von 0,50 RM (zur Deckung allgemeiner Unkosten) zu lösen.

Die Karten sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, zu haben. Da mit einer Kartenausgabe am Festabend selbst nicht gerechnet werden kann, sind Bestellungen unter gleichzeitiger Einsendung oder Überweisung des Betrages auf Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02 an den Elektrotechnischen Verein zu richten.

Vorbestellungen auf Tische werden in der Geschäftstelle des Vereins, in der ein Plan ausliegt, entgegengenommen werden.

Elektrotechnischer Verein.

Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Geltungsbeginn von VDE-Bestimmungen.

Am 1. Januar 1935 sind folgende VDE-Bestimmungen in Kraft getreten, deren Sonderdrucke durch die Geschäftstelle des VDE zu beziehen sind:

VDE 0100/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S.1.", geänderte und ergänzte Fassung (0,70 RM)

VDE 0101/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S.2.", geänderte und ergänzte Fassung (0,50 RM)

VDE 0115/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen V.E.B.", geänderte und ergänzte Fassung (0,40 RM)

VDE 0210/1934 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F.", geänderte und ergänzte Fassung (0,90 RM)

VDE 0450/1933 „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen", Erstfassung (0,30 RM)

VDE 0650 b/1933 2. Nachtrag zu VDE 0650/1928 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A." (0,10 RM)

VDE 0660 a/1933 Nachtrag zu VDE 0660/1928 „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S." (0,10 RM)

VDE 0751/1933 „Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzapparate zur Diathermie und Hochfrequenzchirurgie V.E.Med.2.", Erstfassung (0,30 RM)

VDE 0800/1934 „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F.", geänderte und ergänzte Fassung (0,40 RM)

VDE 0873/1934 „Leitsätze für Maßnahmen an Leitungsanlagen zur Verminderung von Rundfunkstörungen", Erstfassung (0,20 RM)

VDE 0874/1934 „Leitsätze für Maßnahmen an Maschinen und Geräten zur Verminderung von Rundfunkstörungen", Erstfassung (0,50 RM)

Bekanntmachung.

Ausschuß für Freileitungen.

Unter Bezugnahme auf die Veröffentlichung in ETZ 1934, Heft 45, S. 1110, teilen wir mit, daß der Reichsverkehrsminister, nachdem die bisherigen technischen Kreuzungsvorschriften der Reichswasserstraßen-Verwaltung in die einschlägigen VDE-Bestimmungen überführt sind, mit Schreiben vom 15. Dezember 1934 bekanntgibt, daß die nachstehend genannte Arbeit mit dem 1. Januar 1935 ihre Gültigkeit verliert:

VDE 0218/1927 „Vorschriften für die Kreuzung von Reichswasserstraßen durch fremde Starkstromanlagen W.K.V." sowie die zugehörenden Anlagen 3 und 4.

Gleichzeitig teilt der Reichsverkehrsminister mit, daß am 1. Januar 1935 folgende Verwaltungsvorschriften in Kraft treten:

Wasserstraßenkreuzungs-Vorschriften für fremde Starkstromanlagen W. K. V. mit Anlagen 1 und 2.

Diese W.K.V. und die in ETZ 1934, Heft 49, S. 1213, angekündigten P.K.V. sind bei der Verlagsabteilung des VDE zu beziehen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Fachberichte zur VDE-Mitgliederversammlung 1935.

Während der 37. Mitgliederversammlung des VDE in Hamburg am 20. bis 23. Juni 1935 sollen wieder wie früher Fachberichte gehalten werden.

Anmeldungen von Berichten nebst einer kurzen, in Stichworten gefaßten Inhaltsangabe bitten wir unter Bekanntgabe von Name und Anschrift des Vortragenden bis spätestens zum 15. Februar 1935 einzusenden.

Digitized by Google

VDE-Fachberichte 1934.

Um den Mitgliedern, die an unserer vorjährigen Mitgliederversammlung nicht teilnehmen konnten, die dort vorgetragenen Fachberichte zur Kenntnis zu bringen und das in ihnen enthaltene wichtige Material allen Interessenten zugänglich zu machen, erschienen soeben die VDE-Fachberichte 1934. Der 152 Seiten starke Band enthält die auf der 36. Mitgliederversammlung in Stuttgart erstatteten 44 Fachberichte nebst den Aussprachen und zusammenfassenden Worten der Einführenden, dazu 240 Abbildungen und eine farbige Tafel nach den vorgeführten Lichtbildern.

Die Preise sind:

für VDE-Mitglieder . . .	kartoniert	6,80 RM
	in Halbleinen	9,— „
für Nichtmitglieder . . .	kartoniert	10,20 RM
	in Halbleinen	13,50 „

zuzüglich Versandspesen 0,50 RM.

Bestellungen erbitten wir umgehend an den VDE, Verlagsabteilung, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33. Der Versand erfolgt sofort.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Betr.: Zurückziehung der Prüfzeichengenehmigung.

Die folgende auf die Firma Doscha Dr.-Ing. Jakob Schaffit, Berlin, ausgestellte Genehmigung zur Führung des VDE-Zeichens ist am 3. IV. 1934 zurückgezogen worden:

Gen.-Nr. 4481
Heizkissen ohne Feuchtigkeitsschutz für 110 bis 130 V und 210 ··· 230 V, 60 W, Type „Doscha", Modell TS.

Die Genehmigung ist der Prüfstelle bisher trotz mehrmaliger Mahnung nicht zurückgegeben worden.

Berlin-Charlottenburg, den 12. XII. 1934.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Braunschweig. 7. I. (Mo), 20 h 15 m, T. H., Hochsp.-Inst.: „Die zweckmäßigste Stromart der elektr. Vollbahnen". Prof. Dr. techn. F. Unger, Braunschweig.

VDE, Gau Niederschlesien, Breslau. 8. I. (Di), 20 h 15 m, T. H., gr. Hörs. E. I: „Überspannungseinwirkungen auf Hoch- u. Niederspannungsnetze". Dr. Müller-Hillebrand, Berlin.

VDE, Gau Ruhr-Lippe, Essen. 9. I. (Mi), 17 h 30 m, Haus der Technik: „Mehrfachausnutzung der Fernmeldeleitungen". Prof. Dr.-Ing. Siemens, Essen.

VDE, Gau Mittelhessen, Frankfurt a. M. 9. I. (Mi), 20 h, Kunstgewerbeschule: „Die neuzeitl. Entwickl. der Leuchttechnik mit bes. Berücks. der Gasentladung" (m. Lichtb.). Dr. Köhler.

VDE, Gau Nordmark, Kiel. 11. I. (Fr), 20 h, Phys. Inst.: „Die moderne Isolation von Freileitungen und Stationen." Dr.-Ing. F. Obenaus, Hermsdorf.

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure (gemeinsam mit dem Außeninstitut der T. H. Berlin). 11., 15., 22. u. 25. I. (Fr bzw. Di), 18 h 30 m bis 20 h: Vortragsreihe „Fortschritte auf dem Gebiet der Atomphysik". Dr. Kopfermann. (4 Doppelstunden 4 RM.)

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Harald Müller.

Der neue Hauptschriftleiter der ETZ, Herr Dr.-Ing. Harald Müller, wurde am 10. VI. 1895 in Zwickau in Sachsen geboren und besuchte bis Ostern 1914 das Realgymnasium in seiner Heimatstadt. Von Ostern 1914 an studierte er Elektrotechnik an der T. H. Dresden. Er unterbrach sein Studium am 15. VIII. 1914, um als Kriegsfreiwilliger am Weltkrieg teilzunehmen. Im Dezember 1918 wurde er als Leutnant d. R. aus dem Heeresdienst entlassen. Er legte 1921 die Diplomprüfung ab und wurde 1924 zum Doktoringenieur an der T. H. Dresden promoviert. In der Zwischenzeit war er Assistent bei Professor Binder. Nach 1½jähriger Tätigkeit als Gruppenführer des Berechnungsbüros im Transformatorenwerk des Sachsenwerkes übernahm Dr. Müller die Leitung der Versuchsfelder der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft in Hermsdorf i. Thür.; später wurde er dort technischer Direktor. 1930 habilitierte sich Dr. Müller als Privatdozent an der Universität Jena für das Gebiet der technischen Physik.

Herr Dr. Müller veröffentlichte eine große Zahl von grundlegenden wissenschaftlichen Arbeiten, in der Hauptsache auf dem Gebiete der Hochspannungselektrotechnik. Eine Reihe von seinen Arbeiten beschäftigt sich mit der experimentellen Bestimmung der Wanderwellenstirn und mit der Einwirkung von Wanderwellen auf Transformatoren, Isolatoren und Schwingungskreise. Er zeigte in seiner Dissertation einen neuen experimentellen Weg zur Ermittlung der Wanderwellenstirn. In einer weiteren Gruppe von Arbeiten untersucht Dr. Müller die Überschlag- und Durchschlagvorgänge an Hochspannungsisolatoren bei verschiedenem zeitlichen Verlauf der angelegten Spannung. Er stellt experimentell den Zusammenhang zwischen Überschlagspannung und Zeit für verschiedene Isolatorenarten fest, der für die Behandlung der Überspannungschutzfrage in Kraftübertragungen von ausschlaggebender Wichtigkeit ist. Schließlich seien seine Arbeiten über Lichtbogen-Schutzarmaturen von Isolatoren, über die Durchschlagsprüfung, über Isolatoren für schwierige Betriebsverhältnisse und über die Frage des Erdungswiderstandes in Hochspannungsanlagen erwähnt.

Erwin Marx.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der Telefunken-Peiler unter Mitw. d. Nautischen Abteilungen d. Hamburg-Amerika-Linie u. d. Norddeutschen Lloyd, herausg. v. d. Deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. 2. Aufl. Mit 19 Abb. u. 94 S. in gr. 8°. Selbstverlag: Berlin-Charlottenburg 2, Hardenbergstraße 43, 1934. Preis geh. 3 RM, geb. 4 RM.

Das äußerst wertvolle Buch, das wohl auf keinem mit Telefunkenpeiler ausgerüsteten Handelsschiff fehlen wird, ist von Oberingenieur Leib und Kaptlt. a. D. Scharlau neu bearbeitet worden und gibt eine gute Einführung in das Funkpeilwesen, Beschreibungen von Peilanlagen mit 2 Bordempfängertypen und genaue Angaben über Arbeitsweise, Prüfung und Abnahme solcher Anlagen, über die Fehlweisungen (Funkbeschickungen), ihre Bestimmung und Anbringung sowie über die Verwendungsarten der Funkpeilungen in der Navigation. Interessant sind die Änderungen gegenüber der I. Auflage des Buches von 1928. Da ist vor allem die Einfügung des neuen Peilermodells E 374 N, dessen Bild die viel praktischere Form gegenüber dem früheren E 358 N zeigt. Seine Anodenspannung ist von 50 auf 100 V erhöht. Hinzugekommen ist ferner der Funkbeschicker, ein praktischer Apparat, der mit Hilfe einer nach der Funkbeschickungskurve zu schneidenden Scheibe den Peilzeiger um die Funkbeschickung verstellt, also beschickte Peilungen ablesen läßt. Die im Grunde vollkommenere Methode, die Funkbeschickung nicht durch einen solchen Rechenknecht anzubringen, sondern durch Kompensationsschleife zu beseitigen, die auf Kriegschiffen mit ausgezeichnetem Erfolg verwendet wird, hat die Handelsschiffahrt bisher nicht übernommen; sie fehlt deshalb in diesem Buche. Die Ablesescheibe, ein Rechenknecht für Additionen von Winkeln, wird zwar als Teil der Anlage aufgeführt, aber offenbar nicht immer mitgegeben; auch wird vor seiner Verwendung in verkehrsreichen Gewässern gewarnt.

Wichtig sind die Vorschriften, daß bei Peilungen die Langwellenantennen des Schiffes abzuschalten sind und

Digitized by Google

daß dem Navigateur jede Veränderung im Schiffszustand, die die Funkbeschickung beeinflussen kann, gemeldet werden muß. Unter den Störungen wird der hauptsächlich zu Beginn und Ende der Nacht auftretende Nachteffekt auch als Wanderungseffekt bezeichnet und bemerkt, daß zu Zeiten seines Auftretens auch Scharfwerden des Tonminimums kein Beweis für richtige Lage des Peilstrahls ist. Der Schwund (fading) wird nicht mehr erwähnt, während die erste Auflage warnte, bei ihm die Abstimmung ändern zu wollen. Für Gewitterstörungen der Peilung, die die erste Auflage als möglich bezeichnete, ist laut jetziger Auflage kein Beweis erbracht worden. Wertvoll für die Luftfahrt sind langstrahlige Funkpeilungen, seitdem noch bei 2000 Seemeilen Entfernung gute Funkpeilungen vorgekommen sind. Freilich ergibt bei solchen ein kleiner Winkelfehler schon großen Ortsfehler, weshalb sich das Büchlein für die Beschickung von Funkpeilungen auf die loxodromische Richtung mit einer Skala begnügt, die nicht für Langstrahlpeilungen ausreicht.

Ein interessantes Bild scheint versehentlich weggefallen zu sein. Auf S. 67 wird auf Bild 14 verwiesen, das die Abhängigkeit der Minimumbreite beim Telefunkenpeiler von Sendestärke und Senderentfernung darstellen soll. Dies Bild gibt aber, wie S. 70 richtig angibt, Auskunft über den Winkel zwischen Funkstrahl und loxodromischer Peilrichtung, hat also mit der Minimumbreite nichts zu tun. Ein elektrotechnisch wichtiges Problem regt Bild 12 an; es ist die Frage, wie hinsichtlich der Rückstrahlung einer ebenen Schleife die Grenzfläche zwischen ihrem Innen- und Außenraum verläuft. Der durch die Schleife senkrecht zu ihrer Ebene gelegte Zylinder wird nicht bis in beliebige Entfernung von der Schleifenebene diese Grenzfläche darstellen. Wertvoll ist das beigegebene Literaturverzeichnis, dem ich den „Nautischen Funkdienst“ und das auf Seefahrtschulen und in der Reichsmarine eingeführte „Lehrbuch der Navigation“ von Meldau-Steppes, Bremen 1931, anfügen möchte, von dem die erwähnte „Technische Navigation“ von Breusing-Meldau, Bremen 1927, ein veralteter Bruchteil ist.

H. Maurer.

Eingegangene Doktordissertationen.

Fritz Brauer, Unfallschutz an Pressen und Stanzen. T. H. Aachen 1934.

Wilhelm Donike, Über das Warmverformungsvermögen binärer und komplexer Kupfer-Zink-Legierungen. T. H. Aachen 1932. (Erschien gleichzeitig in Z. VDI Bd. 78, S. 220, 1934.)

Walter Fischer, Theorie der Leitfähigkeitserscheinungen bei Mischungen starker Elektrolyte. T. H. Aachen 1934.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die neuen polnischen Einfuhrverbote für Elektroartikel. — Im polnischen Gesetzblatt „Dziennik Ustaw“ (Nr. 96/1934) ist eine Verordnung des polnischen Ministerrats vom 12. X. 1934 erschienen, die eine Neuregelung der Einfuhrverbote betrifft. Die Verordnung ist am 30. X. 1934 in Kraft getreten und enthält zwei Einfuhrverbotslisten. Bei der ersten Liste handelt es sich um Einfuhrverbote mit unbeschränkter Dauer (sogenannte Dauereinfuhrverbote), bei der zweiten Liste um zeitlich begrenzte Einfuhrverbote. Elektroartikel sind lediglich in der letztgenannten Liste enthalten, deren Gültigkeit am 30. IV. 1935 abläuft. Das Einfuhrverbot betrifft folgende Positionen des polnischen Zolltarifs:

Position des Zolltarifs	Warenbezeichnung
1023, Punkt 2 u. 3.	Lampen und Laternen für elektrische Beleuchtung usw. aus Eisenblech oder aus Metall sowie aus Metallegierungen, welche in den Positionen 977—981 genannt sind (alle Punkte).
1023, Punkt 1 a.	Elektrische Grubenlampen.
1099	Elektrische Rotationsmaschinen, wie Dynamos, Motoren, Umformer u. dgl., Magnetmaschinen, Fernsprechinduktoren, Maschinen mit nicht abtrennbarem elektrischen Antrieb, wie elektrische Ventilatoren, Pumpen (außer Tiefenpumpen), Bohrmaschinen, Schleifmaschinen, elektrische Kräne, Staubsauger, mechanische Gleichrichter, Bohnermaschinen, akustische Signaleinrichtungen, Magnetlampen u. dgl. Maschinen und Apparate.
1100	Elektrische Tiefenpumpen mit nicht abtrennbarem elektrischen Antrieb.
1101	Transformatoren, Elektromagnete, Spulen, auch ohne Kern, außer den besonders genannten, Kupplungen, elektromagnetische Hebevorrichtungen u. dgl. Vorrichtungen und deren Teile.
1103	Maschinen zum elektrischen Punkt-, Roll-, Kontakt- und Bogenschweißen, zum Vorwärmen der Nieten.
1105	Elektrische Akkumulatoren aus Blei.
1106	Andere elektrische Akkumulatoren als aus Blei; Batterien und galvanische Elemente.
1107	Elektrische Apparate und Vorrichtungen zum Einschalten, Unterbrechen, Sichern, Regeln und Verteilen des Stroms.
1108	Kondensatoren.
1110	Elektrische Energiemesser.
1112	Elektrische Birnen.
1113, Punkt 1 u. 3 sowie Punkt 4 u. 6.	Elektrische Lampen ohne Armaturen mit Ausnahme von Quarzlampen und Röntgenröhren.
1115	Fernsprechapparate und Fernsprecheinrichtungen.
1118	Rundfunkapparate und deren Teile.
1121	Elektrische Apparate und Einrichtungen usw. (ganze Position).
1122 Punkt 2	Isolatoren usw. (ganze Position).
1125	Kohlenbürsten für Dynamos und Motoren (ganze Position).
1126	Isolationsröhren.
1127 u. Anm. 1 u. 3	Elektrische Leitungen aus unedlem Metall usw. (ganze Position).
1128	Elektrische Kabel mit Bleimantel usw. (ganze Position).
1130	Gefäße für Akkumulatoren usw. (ganze Position).
1131	Drehbare Schalter usw. (ganze Position).

Ausgenommen von den Bestimmungen der Verordnung sind Waren, die auf Grund der Genfer Konvention über Oberschlesien vom 15. V. 1922 eine Sonderregelung erfahren haben, ferner Waren, die im Abkommen über den kleinen Grenzverkehr genannt sind. Weiter erstreckt sich die Wirkung der Einfuhrverbote nicht auf Erzeugnisse, die den Vorschriften über den bedingungsweisen aktiven und passiven Veredelungsverkehr sowie Reparaturverkehr unterliegen und schließlich nicht auf Waren, die vom Zoll befreit sind bzw. Zollermäßigungen auf Grund der Verordnung des Finanzministers vom 25. X. 1934 genießen.

Die Einfuhrverbote sind keine absoluten, vielmehr dienen sie dazu, die Einfuhr der betreffenden Erzeugnisse straff zu regeln. Ein Import dieser Erzeugnisse ist mit Genehmigung des polnischen Industrie- und Handelsministeriums möglich.

Dr. P.

Aus der Geschäftswelt. — Die außerordentlichen Hauptversammlungen der Württembergischen Landes-Elektrizitäts-AG. und der Württembergischen Sammelschienen AG. genehmigten den zwischen beiden Gesellschaften abgeschlossenen Verschmelzungsvertrag. Aufnehmende Gesellschaft ist die Württembergische Landes-Elektrizitäts-A.G., die ihren Namen in „Elektrizitätsversorgung Württemberg AG.“ ändert. Damit sind auch die Vorbedingungen für die einheitliche Eingliederung der württembergischen Elektrizitätswerke in den Aufbau der deutschen Elektrizitätswirtschaft geschaffen.

—

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 35. Wer ist in Deutschland der Hersteller des „NKS“-Stahles?

Abschluß des Heftes: 28. Dezember 1934.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Harald Müller in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 10. Januar 1935 | Heft 2

Fachberichte zur VDE-Mitgliederversammlung 1935.

Während der 37. Mitgliederversammlung des VDE in Hamburg vom **20. bis 23. Juni 1935** sollen wieder wie früher Fachberichte gehalten werden.

Anmeldungen von Berichten nebst einer kurzen, in Stichworten gefaßten Inhaltsangabe bitten wir unter Bekanntgabe von Namen und Anschrift des Vortragenden bis **spätestens zum 15. Februar 1935** einzusenden.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Geräuschmessungen an elektrischen Maschinen*).

(Mitteilung aus dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung.)

Von Walter Willms, Berlin.

Übersicht. Es werden die Gesichtspunkte für Geräuschmessungen insbesondere an elektrischen Maschinen zusammengestellt. Für die Klanganalyse wird ein Verfahren mit veränderbarem Resonanzkreis konstanten Dämpfungsdekrements vorgeschlagen, für die Lautstärkemessung ein objektiver Lautstärkemesser. Es werden Vorschläge für die Bestimmung der „Lautstärke" von Maschinen und Geräten gemacht.

1. Einleitung.

Die bisherige Entwicklung der Technik hat dem Lärmproblem nur eine geringe Beachtung geschenkt. Wirtschaftlichkeit der Herstellung und Steigerung des Wirkungsgrades der Maschine standen im Vordergrund des Interesses. Wieviel Geräusch erzeugt wurde, war zunächst gleichgültig. Da man in dieser Weise im allgemeinen auf allen Zweigen der Technik verfuhr, wurde der Gesamtlärm der Großstadt und der Betriebe so groß, daß die Frage der Lärmminderung schließlich brennend wurde. Zu ihrer Bearbeitung hat der Verein deutscher Ingenieure eine Stelle geschaffen, nämlich den unter dem Vorsitz von Präsident K. W. Wagner stehenden Fachausschuß für Lärmminderung. Er hat sich zum Ziel gesetzt, durch physikalische und technische Untersuchungen die Grundprobleme zu fördern und dem Prinzip des lärmschwachen Konstruierens in der Technik Eingang zu verschaffen. Auch die Elektroindustrie hat schon des öfteren auf die Notwendigkeit von Geräuschminderung an elektrischen Maschinen hingewiesen, obwohl gerade hier verhältnismäßig weniger Anlaß vorlag als auf anderen Gebieten des Maschinenbaues. Neben der Geräuschminderung an sich ist eine genaue Geräuschkennzeichnung auf objektivem Wege notwendig, besonders für die Verkaufspraxis und in Streitfällen. Die schalltechnische Untersuchung kann aber der Elektrotechnik noch mehr sein als ein objektiver Richter. Die akustischen Meßverfahren geben dem Konstrukteur auch die Möglichkeit, systematische Untersuchungen bei der Entwicklung von geräuscharmen Maschinen anzustellen. Diese Überlegungen haben den Elektrotechnischen Verein nach einer Anregung durch Herrn L. Schüler veranlaßt, die grundsätzlichen Fragen der Geräuschmessung an elektrischen Maschinen durch das Heinrich-Hertz-Institut bearbeiten zu lassen. Auch in anderen Ländern, besonders in Amerika, sind diese Fragen aufgeworfen worden[1]).

Die Schallwahrnehmung, die wir messen wollen, ist eine subjektive Angelegenheit, und die Schwierigkeit in der Entwicklung der Meßverfahren besteht darin, die Zusammenhänge zwischen den objektiven Gegebenheiten des Schalles und der subjektiven Empfindung zu erfassen. Es ist ein wesentlicher Teil der vorliegenden Arbeit, einiges zu den praktischen Grundlagen der Meßverfahren beizutragen und Vorschläge für Definitionen und Meßvorschriften abzuleiten.

2. Schalldruck- und Lautstärkemessung.

Eines der wichtigsten objektiven Meßverfahren der Akustik ist die Schalldruckmessung. Schalldruckmessungen kann man heute mit geeigneten Mikrophonen und Verstärkern verhältnismäßig einfach ausführen. Schalldruckmesser müssen genau wie andere Meßapparate gewisse Bedingungen hinsichtlich Konstanz und Wiederholbarkeit erfüllen, eine Frage, die bei den heutigen Geräten meist recht gut erfüllt ist. Bei der Benutzung der Geräte sind wegen ihrer Empfindlichkeit verschiedene Störungseinflüsse zu beachten, wie z. B. elektrisches Übersprechen in den Verstärker, Übersteuerung der Röhren usw. Daneben ist auch auf die Richtwirkung des Mikrophons und auf seine Schallfeldverzerrung zu achten sowie auf die Rückwirkung des Raumes auf das Schallfeld. Die Messung ist aber als solche kein Problem. Ein gegebener Ton bestimmter Frequenz wird in seiner Stärke eindeutig in physikalischem Maß festgelegt.

Anders ist es mit der Messung von vorgegebenen Geräuschen, z. B. dem Geräusch einer elektrischen Maschine. Man könnte im Hinblick auf unsere Aufgabe daran denken, die Stärke dieses Geräusches durch den Schalldruck zu messen. Die Schallschwingungen des Geräusches sind aber nicht nur auf den hörbaren Bereich beschränkt, sondern sie erstrecken sich sowohl in Frequenzgebiete oberhalb als auch unterhalb der Hörgrenzen. Gerade sehr viele technische Geräusche haben einen großen Teil ihrer Schallenergie im unhörbaren Gebiet unterhalb der Hörgrenze. Diese Schwingungen werden meist nicht als Schall, son-

*) Vortrag, gehalten am 15. V. 1934 in der außerordentlichen Sitzung des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens. Die Besprechung folgt zusammen mit dem Schluß.

[1]) 7 Aufsätze: „Noise", Electr. Engng. Bd. 50, S. 340 (1931).

Digitized by Google

dern als Vibration empfunden. Zur Kennzeichnung einer Größe wie Lautstärke oder Lautheit ist daher eine Schalldruckmessung ohne weiteres nicht geeignet, zum mindesten muß das Frequenzgebiet angegeben werden, in dem sie erfolgt ist. Eine mögliche Lösung für die Lautstärkemessung ist die, daß man den Meßbereich der Apparatur dem Empfindungsbereich des Ohres anzupassen versucht. Man macht sich sozusagen ein künstliches Ohr.

3. Klanganalyse.

Neben der Schallstärke ist noch die objektive Messung der Zusammensetzung des Schalles, nämlich die Klanganalyse, zur Kennzeichnung eines Schallvorganges wichtig. Von den Verfahren der Klanganalyse scheidet die harmonische Analyse eines Oszillogrammes mit dem Maderschen Analysator oder nach einer rechnerischen Methode praktisch von vornherein aus, da beide zu zeitraubend und ungenau und auf unregelmäßige Vorgänge, wie Geräusche, schwer anwendbar sind. Die selbsttätige Klanganalyse hat dagegen große praktische Bedeutung.

Es lassen sich zwei wesentliche Gruppen unterscheiden. Die erste Gruppe verwendet einen veränderlichen Resonanzkreis von genügender Resonanzschärfe[2]). Die Amplitude, mit der der Kreis jeweils schwingt, ist ein Maß für die Stärke dieser Komponente. Man kann auch an Stelle des veränderlichen Resonanzkreises nach Art der Zungenfrequenzmesser mehrere fest abgestimmte Resonanzsysteme verwenden. Die zweite Gruppe der selbsttätigen Analysierverfahren verwendet einen fest abgestimmten Resonator und transformiert den zu analysierenden Vorgang so, daß dessen Komponenten nacheinander mit der Eigenschwingung des Resonators übereinstimmen. Die Transformation geschieht in den meisten Fällen durch einen sogenannten Suchton, der in dem in Frage kommenden Frequenzgebiet[3]) oder außerhalb[4]) davon liegen kann. Jedesmal wird der Differenzton aus Such- und Teilton gebildet und von dem Resonator herausgesiebt. Es gibt eine große Zahl von Verfahren dieser Art, die sich zum Teil durch die Art der verwendeten Resonatoren und durch die Differenztonbildung unterscheiden[5]). Die Klanganalysen nach dem Suchtonverfahren sind sehr weitgehend automatisiert, und der Aufwand an Apparaten ist im allgemeinen ziemlich beträchtlich. Diese Methode scheint für eine tragbare Klanganalyse nicht recht geeignet zu sein.

Wir haben uns für das Verfahren des veränderlichen Resonanzkreises entschieden, das hinsichtlich des einfachen Aufbaues und leichter Bedienbarkeit ohne Zweifel seine Vorteile hat, die allerdings durch eine Einbuße an Genauigkeit erkauft werden. An sich ist das Verfahren das älteste und geht auf einen Vorschlag von Pupin zurück[6]). Eine schöne praktische Ausführung haben Moore und Wegel angegeben; allerdings ist auch hier der apparative Aufwand sehr beträchtlich. Zur Vereinfachung haben wir auf die selbsttätige Registrierung verzichtet. Die Einstellung der Frequenz geschieht von Hand, und die Amplitude wird an einem Instrument abgelesen. Dies bedingt zugleich, daß die Unterteilung des Frequenzbereiches verhältnismäßig grob sein muß. Sie ist ferner durch das Dekrement der verwendeten Resonanzkreise gegeben, das in dem ausgeführten Gerät 0,15 beträgt. Durch Entdämpfung läßt sich zwar die Resonanzschärfe erhöhen; es ist dann aber schwierig, eine genügende Konstanz zu erreichen.

Nach verschiedenen Vorversuchen erschien es am zweckmäßigsten, einen Parallelresonanzkreis im Anodenkreis einer Röhre des Mikrophonverstärkers zu verwenden.

Abb. 1 zeigt den Scheinwiderstand eines Parallelresonanzkreises, aufgetragen über der Verstimmung. An den beiden eingezeichneten Punkten, der 45 °-Verstimmung, ist die Amplitude um $\frac{1}{2}\sqrt{2}$ kleiner als bei der Resonanz. Der Abstand der beiden Punkte sei als relative Bandbreite bezeichnet. In dem ausgeführten Gerät beträgt die relative Bandbreite 5 %. Die absolute Bandbreite in Hertz nimmt proportional mit der Frequenz zu, das Auflösungsvermögen der Apparatur wird mit höherer Frequenz geringer. Im allgemeinen ist bei den hohen Frequenzen ein kleineres Auflösungsvermögen zulässig, weil das Ohr ähnlich arbeitet. Der Unterschied zwischen 1000 und 2000 Hz ist subjektiv derselbe wie zwischen 100 und 200 Hz, nämlich eine Oktave. Es ist daher zu erwarten, daß die Zerlegung eines Geräusches in frequenzproportionale Bandbreiten dem subjektiven Eindruck gerechter wird als die Klanganalyse mit konstanter Bandbreite. Diese Art der Aufteilung wird auch von praktischen Gesichtspunkten gefordert. Maschinen sind im allgemeinen keine frequenzkonstanten Geräte. Schwankt der Grundton nur um einen geringen Betrag, so schwankt der Oberton k-ter Ordnung k-mal so stark. Die hier angewendete Analyse ist natürlich keine harmonische Analyse im Sinne von Fourier. Die Praxis muß zeigen, ob die Methode brauchbar ist. Feldtkeller[7]) hat vor kurzem ebenfalls auf die Einseitigkeit der Fourierschen Klanganalyse hingewiesen und auf das Verfahren mit frequenzproportionaler Bandbreite. Das Verfahren der konstanten Bandbreite wird man im allgemeinen da anwenden, wo es auf mathematische Formulierung des Vorganges ankommt. Die Analyse mit frequenzproportionalen Bandbreiten liefert dagegen einen besseren Einblick in die subjektive Bedeutung der einzelnen Frequenzgebiete des Geräusches. Sie ist also besonders für Geräusche mit kontinuierlichen Spektren geeignet, wie es bei den Elektromaschinen z. B. Ventilator- und Lagergeräusche sind.

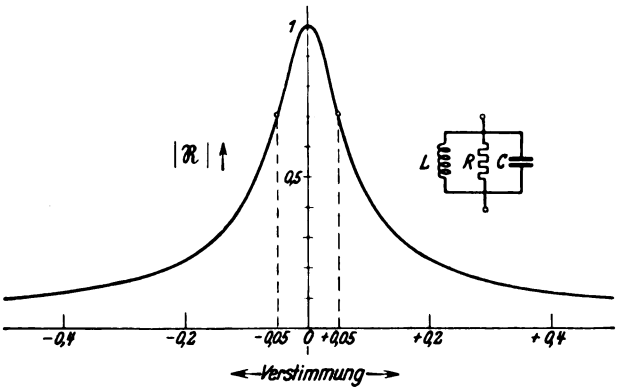


Abb. 1. Scheinwiderstand eines Parallelresonanzkreises mit einer „Bandbreite" von 5 % $\left(\text{Verstimmung } v = 2\left|\frac{\omega-\omega_r}{\omega_r}\right|\right)$.

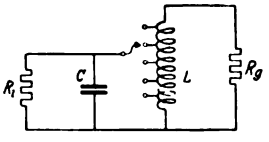


Abb. 2. Schaltung des Resonanzkreises zur Analyse mit frequenzproportionaler Bandbreite.

Die Schaltung, in der der Resonanzkreis ausgeführt ist, ist in Abb. 2 dargestellt[8]). Der Resonanzkreis LC liegt im Anodenkreis einer Röhre mit hohem inneren Widerstand, so daß er mit konstantem Strom gespeist wird. Die Spannung am Resonanzkreis ist daher proportional dem Scheinwiderstand und verläuft entsprechend der in Abb. 1 gezeigten Resonanzkurve. Die Frequenzabstimmung wird durch Veränderung der Selbstinduktion des Kreises bewirkt. Die Abgriffe an der Spule sind so berechnet, daß sich die Bandbreiten kontinuierlich aneinander anschließen. Mit der Verkleinerung der Selbstinduktion nimmt zugleich der Resonanzwiderstand des Kreises ab. Damit würde die Frequenzkurve der Apparatur nach hohen Frequenzen abfallen. Dies kann man in einfacher Weise dadurch kompensieren, daß man die folgende Röhre des Verstärkers an die ganze Spule anschließt. Der als Selbstinduktion gebrauchte Teil der Spule bildet somit die Primärwicklung eines Transformators in Sparschaltung, dessen Übersetzungsverhältnis mit zunehmender Frequenz größer wird und so den Abfall der Frequenzkurve kompensiert. Die Kompensation ist aber wegen der Streuung und des Anwachsens des Verlustwiderstandes nicht im ganzen Frequenzbereich vollständig. Man muß sie mit einer Eichkurve bei der Auswertung der Messungen berücksichtigen.

Der Frequenzbereich von 30 ··· 6500 Hz ist in die folgenden fünf Hauptabschnitte eingeteilt: 30 ··· 97, 95 ··· 300, 280 ··· 850, 780 ··· 2400 und 2300 ··· 6500 Hz. Innerhalb dieser

---

[2]) A. Moore u. R. Wegel, Bell Syst. techn. J. Bd. 3, S. 299 (1924). — C. F. I. Morgan, J. Instn. electr. Engr. Bd. 71, S. 819 (1932).

[3]) M. Grützmacher, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 4, S. 533 (1927).

[4]) A. Moore u. A. S. Curtis, Bell Syst. techn. J. Bd. 6, S. 217 (1927).

[5]) Diebitsch u. Zuhrt, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 9, S. 293 (1932). — E. Meyer, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 5, S. 338 (1928). — F. Eisner, Hochfrequenztechn. Bd. 42, S. 53 (1932). — W. O. Osbon u. K. A. Oplinger, J. acoust. Soc. Amer. Bd. 5, S. 39 (1933). — M. Kluge, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 223 (1934).

[6]) Pupin, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 11, S. 523.

[7]) R. Feldtkeller, Z. techn. Physik Bd. 14, S. 456 (1933).

[8]) Herrn R. von Radinger verdanke ich wertvolle Anregungen bei der praktischen Durchführung des Gedankens. Die Messungen und den Bau der Apparate für Klanganalyse und Lautstärkemessung hat zum größten Teil Herr H. Lauer ausgeführt.

Digitized by Google

Einzelbereiche erfolgt die Abstimmung in der oben beschriebenen Weise. Für die Bereiche 1 ··· 3 wird eine Spule mit lamelliertem Eisenkern verwendet, für die Bereiche 4 und 5 eine Spule mit Ferrocartkern. Die Änderung der Meßbereiche wird durch Einschalten kleinerer Parallelkondensatoren bewirkt. Die hierbei auftretende Änderung des Resonanzwiderstandes wird durch einen Spannungsteiler, die Änderung der Bandbreite durch einen Parallel- oder Reihenwiderstand ausgeglichen. Spannungsteiler und Widerstände werden selbsttätig mit den Bereichen umgeschaltet. Die Bandbreite ist nicht genau 5 %, sondern sie schwankt innerhalb der

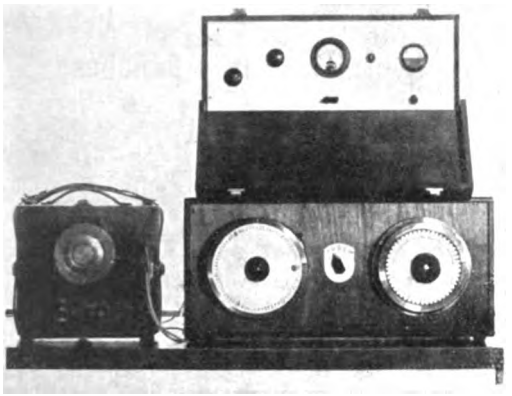


Abb. 1. Vorrichtung zur Klanganalyse nach dem Resonanzkreisverfahren.

einzelnen Bereiche von 3,5 ··· 7,0 %. Deswegen schließen die Kurvenabschnitte beim Übergang von einem Bereich zum andern, besonders bei kontinuierlichen Spektren, nicht genau aneinander. Der Fehler bleibt meist in erträglichen Grenzen. In jedem Bereich sind entsprechend einer fünfprozentigen Bandbreite 25 Meßpunkte, im gesamten Meßbereich der Apparatur also 125 Meßpunkte. Das Spektrum des zu untersuchenden Geräusches wird also verhältnismäßig genau abgetastet. Abb. 3 zeigt eine Ansicht des Gerätes.

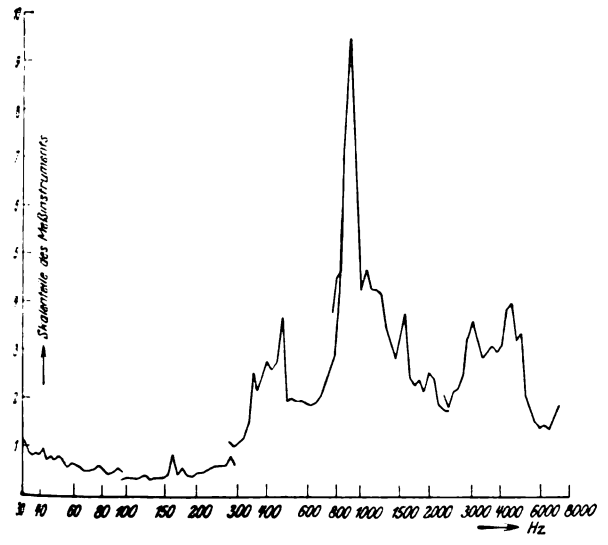


Abb. 4. Frequenzbild eines Staubsaugergeräusches.

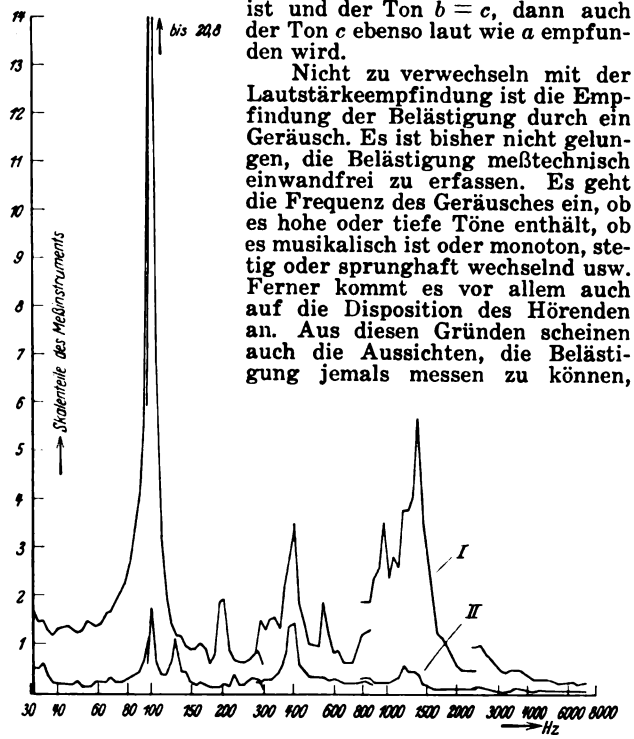
Als Beispiel einer Klanganalyse sei die Messung an einem Staubsaugermotor angeführt (Abb. 4). Aus einem kontinuierlichen Untergrund, der wegen der frequenzproportionalen Bandbreite mit wachsender Frequenz ansteigt, heben sich einzelne Teiltöne besonders heraus. Abb. 5 zeigt die Geräuschanalyse eines anderen Motors auf gutem, starrem Fundament (untere Kurve) und auf schlechtem, schwingungsfähigem Fundament (obere Kurve). Man erkennt die wesentliche Verstärkung vor allem der tiefen Frequenzen durch Mitschwingen des Fundamentes. Versuche an verschiedenen Lagerarten haben gezeigt, daß Kugellager im Vergleich zu Gleitlagern ein reichhaltigeres Spektrum zeigen und damit eher Anlaß zu Fundament- und Gehäuseschwingungen geben als Gleitlager.

Die Klanganalyse gibt durch die Zerlegung des Schallvorganges in seine Frequenzbestandteile wertvolle Hinweise auf die Ursache und den Entstehungsort einzelner Teile des Geräusches. Sie wird besonders dem Konstrukteur bei der Entwicklung geräuscharmer Motoren nützlich sein. Daneben gehört aber eine Klanganalyse außer der Lautstärkemessung zur quantitativen Beschreibung eines Schall- oder Geräuschvorganges. Die Lautstärkemessung allein hat dagegen nur den Charakter einer Einordnung des Geräusches in eine Skala.

4. Lautstärkemessung.

Die Lautstärke ist eine subjektive Größe. Daß man sie überhaupt messen kann, beruht auf der Fähigkeit des Ohres, zwei verschiedene Geräusche oder Töne trotz verschiedener Klangfarbe darnach beurteilen zu können, ob sie gleich laut sind oder ob sie verschieden laut sind. Man hat dafür ein ganz bestimmtes gefühlsmäßiges Kriterium. Der Eindruck des Gleichlautseins ist vielleicht dadurch gegeben, daß die Zahl der Nervenimpulse je Sekunde, die die Klänge im Gehirn auslösen, gleich groß ist. Der Beweis dafür, daß die Empfindung der gleichen Lautstärke reell ist, liegt darin, daß, wenn der Ton a gleich dem Ton b ist und der Ton $b = c$, dann auch der Ton c ebenso laut wie a empfunden wird.

Nicht zu verwechseln mit der Lautstärkeempfindung ist die Empfindung der Belästigung durch ein Geräusch. Es ist bisher nicht gelungen, die Belästigung meßtechnisch einwandfrei zu erfassen. Es geht die Frequenz des Geräusches ein, ob es hohe oder tiefe Töne enthält, ob es musikalisch ist oder monoton, stetig oder sprunghaft wechselnd usw. Ferner kommt es vor allem auch auf die Disposition des Hörenden an. Aus diesen Gründen scheinen auch die Aussichten, die Belästigung jemals messen zu können,



I auf schlechtem, schwingungsfähigem,
II auf gutem, starrem Fundament

Abb. 5. Frequenzbild eines Motors.

ziemlich gering zu sein[9]). Die Lautstärke ist dagegen eine eindeutig bestimmte Größe.

Auf Grund der Fähigkeit des Ohres, einen Lautstärkevergleich auszuführen, kommt man zu einer Lautstärkeskala für Töne und Geräusche, indem man die Lautstärke für einen Normalton in an sich beliebiger Weise festlegt und die Lautstärke des gegebenen Tones oder Geräusches durch Vergleich mit dem Normalton bestimmt[10]). Als Normalton hat man den Ton von 1000 Hz gewählt. Seine Lautstärke in Phon ausgedrückt ist durch die Beziehung $20 \log \frac{P}{0{,}000\,316}$ festgelegt, worin P der Schalldruck des Normaltones in µB ist. Man hat für die Lautstärke ein logarithmisches Maß gewählt, um den großen Umfang der Hörskala zu reduzieren. Diese reicht von 0 ··· 120 Phon, was in linearem Maßstab einem Verhältnis des Schalldruckes von 1 : 1 000 000 entspricht. Außerdem gibt die logarithmische Skala gemäß dem Fechnerschen Gesetz die Reizempfindung besser wieder als eine lineare. 0 Phon entspricht definitionsgemäß einem Schalldruck des Normaltones von 0,000 316 µB; 70 Phon ist gleich 1 µB, ein Punkt, den man sich leicht merken kann. Der Schalldruck von 0 Phon ist etwa gleich der natürlichen Hör-

[9]) D. A. Laird u. K. Coye, J. acoust. Soc. Amer. Bd. 1, S. 158 (1929).

[10]) H. Barkhausen, Z. techn. Physik Bd. 7, S. 599 (1926).

Digitized by Google

schwelle des Ohres. Bei 130 Phon fängt das Geräusch an, wegen seiner Stärke unerträglich zu werden (sogenannte Schmerzschwelle).

Die Definition der Lautstärke stimmt nicht in allen Ländern überein. In Amerika hat man als Nullpunkt neuerdings eine Schalleistung von 10^{-16} W/cm² gewählt bei einer Frequenz von 1000 Hz[11]). Die Lautstärke wird in Dezibel (db) angegeben. Durch die Verschiedenheit des Bezugspunktes sind die amerikanischen Lautstärkeangaben um 3,7 Phon größer als unsere. In die amerikanische Definition, die von der Schalleistung ausgeht, während der Schalldruck im allgemeinen gemessen wird, gehen noch der Barometerstand und die Temperatur ein. Wenn auch diese Einflüsse nicht groß sind, so daß man sie praktisch meist vernachlässigen kann, so sind sie doch eine unschöne Eigenschaft der Definition. Ein großer Teil der früheren amerikanischen und die englischen Angaben sind auf einen Schwellenwert von 0,001 μB bezogen; sie sind also gegenüber unseren um 10 Phon kleiner. Eine internationale Einigung steht noch aus. *(Schluß folgt.)*

11) H. Fletcher, Electr. Engng. Bd. 52, S. 744 (1933).

Die Bildfehler beim Fernsehen mit Braunschen Röhren und ihre Behebung.

Von **E. Hudec**, Berlin.

Übersicht. Im folgenden wird über Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiete des Fernsehens berichtet, die auf Anregung des Verfassers im Reichspost-Zentralamt aufgenommen und von ihm und seinen Mitarbeitern durchgeführt wurden. Während die Bildpunktverteilung und Synchronisierung mit erzwungenen Kippschwingungen auf Grund der Vorarbeiten[1]) sofort gelang, zeigten sich bei der Wiedergabe von Bildern die nachstehend angegebenen Schwierigkeiten. Die Versuchsergebnisse am Ende des Aufsatzes zeigen, daß die beschriebenen Mängel praktisch behoben sind.

In Abb. 1 sind die Hauptbestandteile einer Braunschen Röhre dargestellt. Sie besteht aus einer möglichst punktförmigen Glühkathode *K*, einer Steuerelektrode *W*, einer

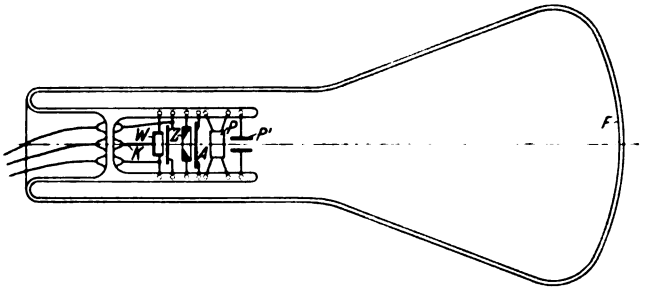


Abb. 1. Elektrodenanordnung und Kolben einer Braunschen Röhre.

Konzentrationsanordnung *Z*, einer Anode *A*, 2 Paar Ablenkplatten *P* und *P'* und einem Fluoreszenzschirm *F*. Durch die Konzentrationsanordnung *Z* wird dafür gesorgt, daß möglichst alle aus der Kathode austretenden Elektronen durch das Anodenloch hindurchgehen und in einem möglichst feinen Strahl auf den Fluoreszenzschirm treffen, wobei sie ihn in einer möglichst kleinen, scharf umrissenen Fläche zum Leuchten erregen. Durch die Ablenkspannungen wird der Strahl beim Fernsehen zeilenweise über die ganze Schirmfläche bewegt, durch die Steuerelektrode *W* wird die Helligkeit des Fluoreszenzfleckes geändert.

1. Das Bildraster.

Das Bildraster wird beim Fernsehen mit Hilfe von zwei erzwungenen Kippschwingungen[1]) erzeugt. In Abb. 2 ist ein Beispiel einer Kippschaltung angegeben, mit der

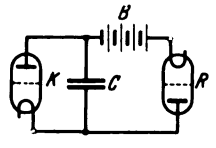


Abb. 2. Kippanordnung zur Erzeugung der Ablenkspannung für die Bildpunktverteilung.

derartige Schwingungen erzeugt werden können. Sie besteht im wesentlichen aus dem Kondensator *C*, der Elektronenröhre *R*, der Kippvorrichtung *K* und einer Batterie *B*. Die Kippvorrichtung — z. B. eine gittergesteuerte Glimmlampe oder eine Elektronenröhrenanordnung — hat die Eigenschaft, daß durch *K* ein starker Anodenstrom fließt, sofern die Gitterspannung nicht zu stark negativ ist. Der Kondensator *C* wird über die Elektronenröhre *R* mit möglichst konstantem Strom geladen; die Spannung am Kondensator steigt proportional der Zeit an, da die Gitterspannung der Kippröhre so stark negativ ist, daß ihr Anodenkreis stromundurchlässig ist. Am Ende der Zeile wird die Gitterspannung der Kippröhre plötzlich stark positiv, es beginnt plötzlich ein starker Strom zu fließen, der um 2 Größenordnungen größer ist als der Anodenstrom des Kondensators und erst dann wieder plötzlich zurückgeht, wenn der Kondensator weit entladen ist.

Durch eine derartige Kippspannung wie an dem Kondensator *C* wird der Elektronenstrahl auf dem Schirm der Braunschen Röhre von links nach rechts und am Ende jeder Zeile sehr schnell wieder nach links zurückbewegt. Durch eine zweite Kippspannung an dem anderen Ablenkplattenpaar wird der Elektronenstrahl gleichzeitig langsam nach unten bewegt, so daß der Fluoreszenzfleck anschließend an die vorhergehende Zeile immer wieder eine neue Zeile von links nach rechts beschreibt. Am Ende des Bildes geht auch die zweite Ablenkspannung plötzlich auf Null zurück, so daß der Lichtfleck nunmehr wieder die erste Zeile durchläuft.

2. Die Intensitätssteuerung und Konzentration des Elektronenstrahles.

Bei Verwendung der Braunschen Röhre für Fernsehzwecke muß die Helligkeit des Fluoreszenzfleckes geändert werden können, ohne daß sich gleichzeitig seine Größe ändert. Dies kann durch zwei verschiedene Anordnungen erreicht werden.

1. Man läßt den Kathodenstrahl mehr oder weniger divergent von der Kathode aus auf eine Blende fallen, blendet mehr oder weniger viel Elektronen ab und konzentriert den Strahl nachträglich mit einem veränderlichen Konzentrationsfeld. Bei kleiner Helligkeit muß das Konzentrationsfeld stark sein, da die Elektronen am meisten divergieren, bei großer Helligkeit muß das Feld dagegen schwächer sein.

2. Man ändert die Zahl der aus der Kathode austretenden Elektronen, ohne gleichzeitig ihre Richtung zu beeinflussen, und konzentriert sie nachträglich mit einem konstanten Konzentrationsfeld.

Bei der in Abb. 1 dargestellten Braunschen Röhre ist die zweite Art der Helligkeitsteuerung angewandt worden. Durch Änderung der Spannung am Wehnelt-Zylinder *W* werden die Elektronen in ihrer Zahl, nicht aber in ihrer Richtung geändert. Durch das Feld zwischen den Elektroden *Z* und *A* in Abb. 1 werden die Elektronen konzentriert.

Beim Austritt aus der Kathode haben die Elektronen eine kleine Anfangsgeschwindigkeit, die in der Größenordnung von 0,4 V durchlaufener Spannung liegt und deren Richtung verschieden ist. Ihre radiale Bewegungskomponente bewirkt, daß sie sich angenähert auf einer Parabel durch das Steuerfeld bewegen und es divergent unter einem Winkel verlassen, der im ungünstigsten Falle nach Abb. 3 a durch die radiale Komponente *c* der Anfangsgeschwindigkeit und durch die Geschwindigkeit *v* bestimmt ist, auf die die Elektronen durch die Anodenspannung *U* gebracht werden. Danach ist:

$$\operatorname{tg}\varphi = c/v$$

oder, da φ sehr klein ist:

$$\varphi = \sqrt{u}/U,$$

wobei *u* die Austrittsgeschwindigkeit der Elektronen und *U* die Anodenspannung bezeichnen[2]).

1) E. Hudec, Arch. Elektrotechn. Bd. 22, S. 459 (1929). Fernsehen Bd. 2, S. 14 (1931).

2) Brüche, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, S. 384 (1934).

Digitized by Google

Wenn die Elektronen von einem mathematischen Punkt ausgehen, können sie nach Abb. 3 a durch ein Konzentrationsfeld mit radial nach innen gerichteter Komponente am Fluoreszenzschirm wieder in einem mathematischen Punkt vereinigt werden, wobei allerdings vorausgesetzt ist, daß alle Elektronen proportional ihrer Abweichung von der Strahlachse radial nach innen beschleunigt werden. Diese Voraussetzung ist bei dem Feld nach Abb. 1 und auch bei anderen Konzentrationsfeldern bei nicht zu starker radialer Abweichung der Elektronen angenähert erfüllt.

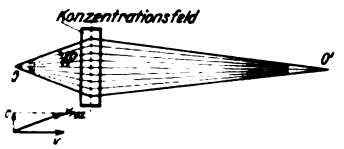


Abb. 3a. Bewegung der Elektronen von einem mathematischen Punkt und ihre Konzentration durch ein elektrisches Feld (z. B. zwischen den Elektroden Z und A in Abb. 1).

Infolge der flächenhaften Ausdehnung der Kathode liegen die Verhältnisse tatsächlich etwas anders. In Abb. 3 b ist der Strahlenkegel der genau von der Achse dieser Anordnung (O) ausgehenden Elektronen stark ausgezogen. Durch das Konzentrationsfeld werden die Elektronen so stark nach innen gelenkt, daß sie auf dem Fluoreszenzschirm wieder zu einem Punkt O' vereinigt werden.

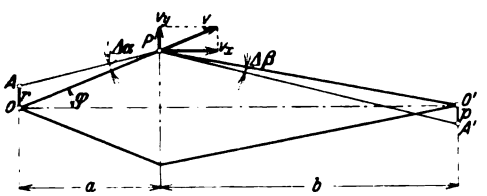


Abb. 3b. Bewegung der Elektronen von einer flächenhaften Kathode und ihre Konzentration durch ein elektrisches Konzentrationsfeld (z. B. zwischen den Elektroden Z und A in Abb. 1).
(Der Deutlichkeit wegen ist das Bild stark verzerrt. In Wirklichkeit ist die Strecke OO' von der Kathode zum Schirm viel länger und die axiale Abweichung viel kleiner.)

Die Geschwindigkeit v der Elektronen im Punkte P des Konzentrationsfeldes kann nach Abb. 3 b in die beiden Komponenten v_x und v_y zerlegt werden. Durch die radiale Komponente des Konzentrationsfeldes wird die Komponente v_y auf den Betrag $\overline{v}_y = v_y - b\,t$ verringert, so daß sich die von O kommenden Elektronen nach O' bewegen. Die von A ausgehenden Elektronen werden dagegen zu stark nach innen beschleunigt und gelangen infolgedessen nach A'. Der ursprüngliche Geschwindigkeitsunterschied Δv_y zwischen den von A und O kommenden Elektronen bleibt unverändert. Die axiale Geschwindigkeitskomponente v_x wird durch die axiale Komponente des Konzentrationsfeldes von dem Betrage $v_x = 594\sqrt{U_1}$ auf $\overline{v}_x = 594\sqrt{U_1 + U_2}$ erhöht, wobei U_1 die Spannung des Steuerfeldes und U_2 die Spannung des Konzentrationsfeldes bezeichnen. Der Winkel $\Delta\alpha = \Delta v_y/v_x$, den die beiden von A und O kommenden Strahlen miteinander bilden, wird also auf $\Delta\beta = \Delta v_y/\overline{v}_x$ verringert.

Nach Abb. 3 b ist unter Berücksichtigung der tatsächlichen Abmessungen $\Delta\alpha = r/a$, $\Delta\beta = p/b$ und damit

$$p = \frac{b}{a}\, r \sqrt{\frac{U_1}{U_1 + U_2}}.$$

Wenn der Durchmesser der Kathode $2r = 0{,}3$ mm beträgt, der Abstand der Kathode von der Anode 5 mm und der des Konzentrationsfeldes von dem Steuerfeld 10 mm, so wird unter Berücksichtigung des parabelförmigen Verlaufes der Elektronen nach dem Austritt aus der Kathode $a = 2 \cdot 5 + 10 = 20$ mm. Für $U_1 = 200$ V, $U_2 = 1800$ V und bei einer Länge der Braunschen Röhre von der Anode bis zum Schirm von $b = 400$ mm wird der Durchmesser des Fluoreszenzfleckes: $2p = \frac{400}{20} \cdot 0{,}3\sqrt{1/_{10}} \approx 2$ mm. Dies ist durch Versuche gut bestätigt.

Wenn man die Helligkeit des Fluoreszenzfleckes verringert, behält er in einem weiten Bereich seine Größe bei. Bei sehr geringen Helligkeiten wird er dagegen kleiner, weil dann nur noch die achsennahen Teile der Kathode emittieren. Umgekehrt wird bei starker Helligkeit der Fluoreszenzfleck vergrößert, und zwar nennenswert bei einer Überschreitung einer Strahlstärke von etwa 0,1 mA[3]). Dies liegt daran, daß sich die Elektronen auf dem Wege zum Schirm gegenseitig abstoßen. Es ist unmöglich, diese gegenseitige Abstoßung für alle Helligkeiten des Fluoreszenzfleckes durch elektrische Felder in der Nähe der Kathode oder Anode zu kompensieren.

Die Konzentration des Elektronenstrahles auf 2 mm Durchmesser am Leuchtschirm ist für das Fernsehen nicht ausreichend. Die Röhre wird daher mit Argon mit sehr geringem Druck gefüllt, wodurch die Elektronen weiter auf etwa 0,5 mm Dmr. konzentriert werden. Wenn man durch Erhöhung des Abstandes vom Steuerfeld die Größe b vergrößert, kann man ebenfalls erreichen, daß der Durchmesser des Fluoreszenzfleckes kleiner wird; man kann dann auf die Konzentration durch ein Edelgas verzichten.

3. Der Seitenzugfehler.

Das Bildraster zeigte auf den ersten Braunschen Röhren ganz erhebliche Fehler, namentlich dann, wenn die Intensität des Elektronenstromes geändert wurde. Die Fehler hatten verschiedene Ursachen und überlagerten sich zum Teil. Am stärksten störte der Seitenzugfehler, der auf ungenaue Zentrierung insbesondere der Kathode und des Wehnelt - Zylinders zurückgeführt werden konnte. Wenn der Heizfaden nicht genau auf der Achse vom Wehnelt-Zylinder und von der Anode liegt, werden die Elektronen seitlich beschleunigt. Das Maß der seitlichen Ablenkung wird durch die geometrischen Abmessungen und die Spannung zwischen Wehnelt - Zylinder und Kathode bestimmt. Ändert man diese Spannung zur Veränderung der Helligkeit des Fluoreszenzfleckes, so erhalten die Elektronen eine unerwünschte wechselnde seitliche Beschleunigung, die sich der zur Abtastung des Bildes erforderlichen Ablenkung überlagert und auf diese Weise die Lage des Bildpunktes von seiner Helligkeit abhängig macht und erhebliche Verzerrungen herbeiführt.

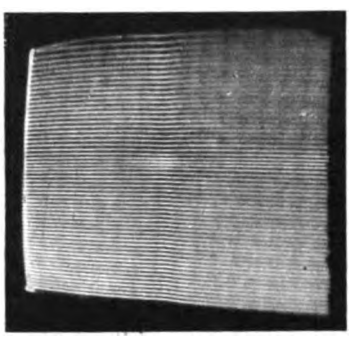


Abb. 4a. Rasterbild mit dem Ionenkreuz (Strahlstrom $i_a = 0{,}05$ mA).

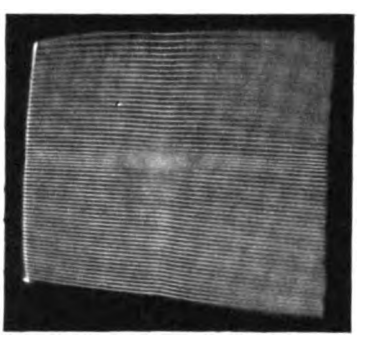


Abb. 4b. Rasterbild mit dem Ionenkreuz (Strahlstrom $i_a = 0{,}1$ mA).

Der Seitenzugfehler wird beseitigt, indem die Elektroden sehr sorgfältig mit Hilfe einer Lehre[4]) zentriert werden. Besonders bewährt hat sich die Drehlehre. Der Fuß der Braunschen Röhre wird in die Lehre so eingespannt, daß er angenähert läuft. Alsdann werden alle Elektroden auf der Lehre mit Hilfe von auseinandernehmbaren Distanzstücken zusammengesetzt und an einem mit dem Quetschfuß verschmolzenen Glasträger befestigt. Der besondere Vorteil der Drehlehre liegt darin, daß die Zentrierung der Elektroden während des Montagevorganges dauernd beobachtet werden kann und etwaige Abweichungen augenblicklich in Ordnung gebracht werden können. Durch die beschriebene Art der Zentrierung ist es gelungen, Braunsche Röhren herzustellen, die völlig frei von dem Seitenzugfehler sind.

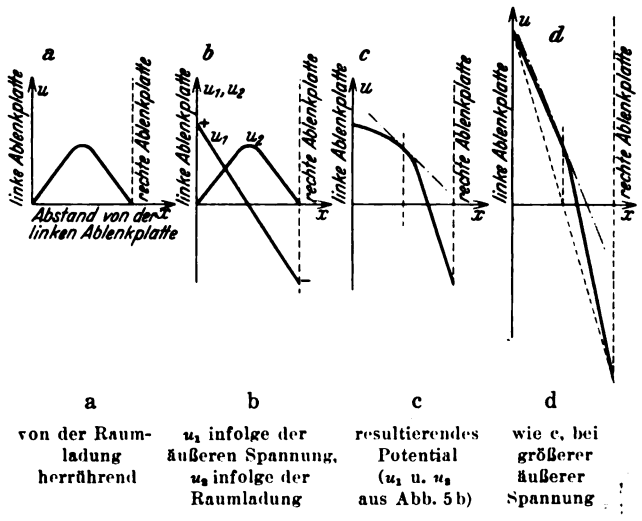
4. Das Ionenkreuz.

In Abb. 4 a und b ist das Bildraster einer Braunschen Röhre bei verschiedenem Strahlstrom dargestellt. Besonders in Abb. 4 b erkennt man deutlich, daß die Zeilen in der Bildmitte zusammengedrängt und außerdem gekrümmt sind. Diese Verzerrungen des Bildrasters wer-

[3]) E. Hudec, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 9, S. 217 (1932).
[4]) E. Hudec u. E. Perchermeier, Fernsehen u. Tonfilm Bd. 3, S. 87 (1932).

Digitized by Google

den durch die Raumladung der durch Stoßionisation zwischen den Ablenkplatten gebildeten Ionen verursacht. Die gleichzeitig gebildeten Elektronen sind in ihrer Wirkung viel schwächer und heben die Wirkung der Ionen deshalb nicht auf, weil sie sich viel schneller zu den Ablenkplatten bewegen.



a	b	c	d
von der Raumladung herrührend	u_1 infolge der äußeren Spannung, u_2 infolge der Raumladung	resultierendes Potential (u_1 u. u_2 aus Abb. 5 b)	wie c, bei größerer äußerer Spannung

Abb. 5. Verlauf des Potentials zwischen zwei Ablenkplatten.

In Abb. 5 a ist das von den Ionen hervorgerufene Feld für den Fall dargestellt, daß die beiden Ablenkplatten gleiches Potential haben. Wenn eine Platte dagegen negativ geladen ist, bewegen sich zu ihr mehr Ionen, das Maximum des Potentials in Abb. 5 a verschiebt sich ein wenig zur negativen Platte, etwa so, wie es in Abb. 5 b wiedergegeben ist. In dieser Abbildung ist außerdem der Potentialverlauf angegeben, der durch die von außen angelegte Spannung zwischen den Ablenkplatten hervorgerufen wird. Resultierend erhält man die Spannung in Abb. 5 c. Infolge der Verschiebung des Maximums ist die resultierende Feldstärke im Strahl wesentlich kleiner als die Feldstärke, die durch die angelegte Spannung allein hervorgerufen wird (vgl. die in Abb. 5 c dargestellte Tangente). Außerdem ist die Feldstärke im Elektronenstrahl nicht konstant; die Elektronen, die der rechten Ablenkplatte näher sind, werden stärker abgelenkt. Vergrößert man die Spannung zwischen den Ablenkplatten, so wird der Einfluß der Raumladung immer geringer. In Abb. 5 d ist ein derartiger Fall dargestellt; die Feldstärke wird hier durch die Raumladung fast gar nicht beeinflußt.

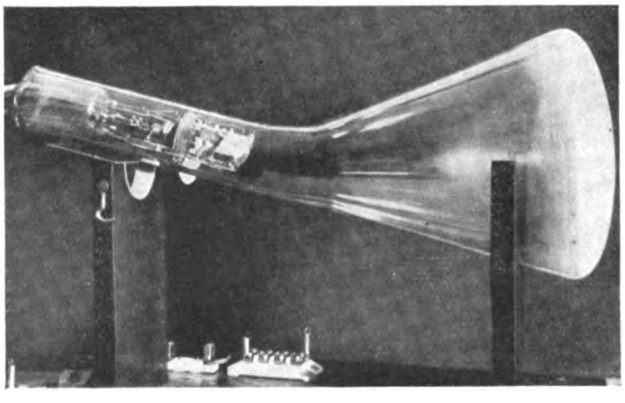


Abb. 6. Beseitigung des Ionenkreuzes durch Krümmung des Röhrenhalses. (Beseitigung durch Hilfsablenkplatten siehe Abb. 9a u. 9b.)

Die Verzerrung des Ablenkfeldes durch die Raumladung macht sich also nur bei kleiner Spannung zwischen den Ablenkplatten bemerkbar. Der Elektronenstrahl wird schwächer abgelenkt, außerdem werden die Elektronen an verschiedenen Stellen des Strahles infolge Inhomogenität des Feldes verschieden stark beeinflußt, der Strahl wird also verbreitert. Beide Einflüsse sind in den Abb. 4 a und b deutlich zu erkennen. Sie sind um so stärker, je größer der Strahlstrom und je höher der Gasdruck ist.

Dieser Mangel wird grundsätzlich durch zwei verschiedene Anordnungen behoben: durch die Knickröhre[5]) und durch die Röhre mit Hilfsablenkplatten[6]). Die Knickröhre ist in Abb. 6 dargestellt. Man erkennt deutlich, daß die Ablenkung des Strahles nur nach einer Seite erfolgen kann, daß also die Ablenkspannung am Bildrande oder außerhalb des Bildes durch Null hindurchgeht. Ein Elektrodensystem mit 2 Paar Hilfsablenkplatten ist in den beiden Abb. 9 a und b zu sehen. Man kommt an sich mit einem Paar Hilfsablenkplatten[7]) aus, besser bewährt hat sich jedoch die Verwendung von 2 Paar Hilfsablenkplatten, also insgesamt von 4 Plattenpaaren. Man kann mit den Hilfsablenkplatten nur die statische Vorablenkung bewirken, man kann aber auch die Hilfsplatten zur dynamischen Ablenkung ausnutzen, muß nur darauf achten, daß das Feld zwischen den Hilfs- und Hauptablenkplatten nicht durch Null hindurchgeht. Durch die Hilfsablenkplatten muß der Strahl z. B. dauernd nur nach links, durch die Hauptablenkplatten dauernd nur nach rechts abgelenkt werden.

5. Der Raumladungsfehler durch die zurückkehrenden Elektronen und Ionen.

Eine weitere Bildpunktverschiebung in Abhängigkeit von der Helligkeit wird durch die Raumladung bewirkt, die durch die vom Schirm zurückkehrenden Elektronen und Ionen in dem Raum zwischen den Ablenkplatten und zwischen den Ablenkplatten und der Anode hervorgerufen wird. Diese Raumladung wird zweckmäßig durch Anbringung einer Hilfselektrode zwischen den Ablenkplatten und dem Fluoreszenzschirm beseitigt. Jedoch darf diese Elektrode nicht wieder neue Störungen hervorrufen. Ein derartiger Fangring ist in der Gesamtansicht der Braunschen Röhre nach Abb. 9 b deutlich zu erkennen.

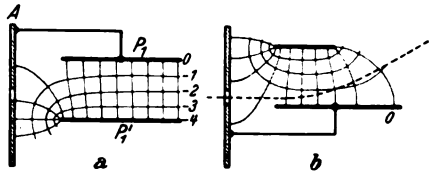


Abb. 7. Elektrisches Feld zwischen den Ablenkplatten.

6. Die Ablenkfehler.

Treten Elektronen durch ein Ablenkfeld, so ist ihre Ablenkung proportional der Ablenkspannung u, wobei allerdings vorausgesetzt ist, daß alle Elektronen eindeutig die gleiche Geschwindigkeit entsprechend der durchlaufenen Anodenspannung haben. In Wirklichkeit ändert sich aber die Geschwindigkeit der Elektronen zwischen den Ablenkplatten, und zwar um so stärker, je größer die Ablenkung ist.

In Abb. 7 a ist das Feld zwischen der Anode und den ersten Ablenkplatten dargestellt, und zwar für den Fall, daß die Platte P_1 mit der Anode A verbunden ist. Beide haben das Potential Null, die Platte P_1' hat das Potential -4. Nachdem das Elektron durch das Anodenloch hindurchgegangen ist, kommt es auf die Potentialflächen -1 und -2, verringert allmählich seine Geschwindigkeit und wird infolgedessen stärker ablenkbar. Wenn das Potential der Platte P_1' auf den Wert -8 sinkt, werden die Elektronen noch stärker ablenkbar. Legt man an die Ablenkplatten die Bildwechselspannung und an das andere Plattenpaar die Zeilenspannung, so wird daher der Abstand der Zeilen bei wachsender Spannung immer größer.

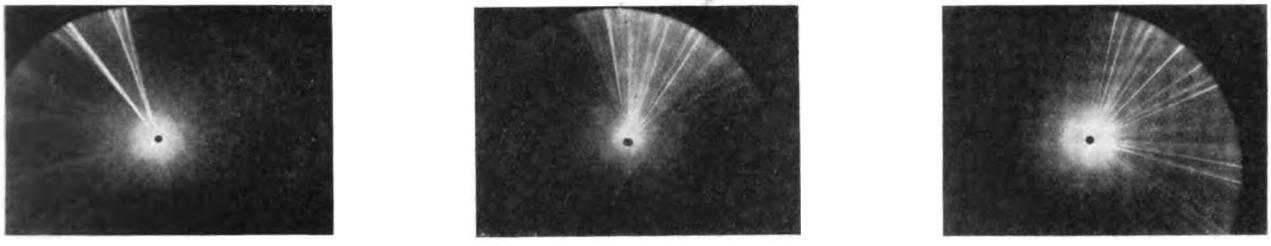
Die Abweichung von der Proportionalität ist bei kurzen Röhren mit großer Schirmfläche, wie man sie für das Fernsehen benötigt, besonders groß, da man in solchen Fällen verhältnismäßig große Ablenkspannungen braucht und infolgedessen die Geschwindigkeit der Elektronen ziemlich stark beeinflußt. Dieser Mangel der Braunschen Röhre kann durch unsymmetrische Form und Verteilung des Feldes zwischen den Ablenkplatten behoben werden. In Abb. 7 b ist ein derartiges Beispiel dargestellt. Der Strahl wird möglichst dicht an die untere Platte herangeführt, die mit der Anode verbunden ist. Auch durch die Krümmung der Potentiallinien in der Richtung der Bahn der abgelenkten Elektronen wird erreicht, daß sich ihre Geschwindigkeit nur noch wenig ändert.

Durch die Geschwindigkeitsänderung der Elektronen im Ablenkfeld wird noch ein weiterer Fehler verursacht.

[5]) E. Hudec, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 10, S. 218 (1933).
[6]) E. Hudec, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 10, S. 219 u. 220 (1933), und M. v. Ardenne, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 461 (1933).
[7]) Siehe Literaturstelle in Fußnote 5, S. 219, Abb. 12.

Digitized by Google

Da der Strahl eine gewisse Dicke hat, haben die Elektronen beim Durchgang durch die Ablenkfelder verschiedene Geschwindigkeiten; sie werden daher verschieden stark abgelenkt, so daß der Fluoreszenzfleck namentlich bei starker Ablenkung stark verformt wird. Dieser Einfluß ist um so größer, je breiter der Strahl und je stärker das Ablenkfeld ist.



a b c

Abb. 8. Reflexion der Elektronen von einer „geschwärzten" Stelle des Fluoreszenzschirmes.

In dem zu Abb. 3 b angegebenen Zahlenbeispiel war der Durchmesser des Elektronenstrahles beim Eintritt in das Konzentrationsfeld $2\,a\,\varphi = 2\,a\sqrt{\frac{u}{U}} = 2 \cdot 20\sqrt{\frac{0{,}4}{200}} \approx 1{,}8$ mm. Bei einer Ablenkungspannung $u = 400$ V, einer Anodenspannung $U = 2000$ V und einem Plattenabstand von 8 mm ist der größte Geschwindigkeitsunterschied der Elektronen absolut genommen: $\frac{400}{8} \cdot 1{,}8 = 90$ V und relativ zueinander $\frac{90}{2000} \cdot 100 = 4{,}5\,\%$. Bei einer Ablenkung um 200 mm aus der Ruhelage beträgt die Ausdehnung des Fluoreszenzfleckes in der Ablenkrichtung $200 \cdot \frac{4{,}5}{100} = 9$ mm; er ist somit viel zu groß.

Diese Schwierigkeit ist nach Abb. 9 a dadurch behoben, daß die Ablenkplatten von der Anode weit entfernt worden sind und daß die Röhre mit einer Spur Edelgas gefüllt wurde. Damit die Elektronen nicht von außen beeinflußt werden, sind sie bis zu den Ablenkplatten von einem Zylinder umgeben.

Bei Braunschen Röhren ohne Gaskonzentration ist der Abstand a des Konzentrationsfeldes von der Kathode nach Abb. 3 b noch größer und damit auch der Strahldurchmesser und die Verformung des Fluoreszenzfleckes. Zur Verringerung dieser Verformung und zur Erzielung einer hinreichenden Ablenkempfindlichkeit muß man die Ablenkfeldstärke durch Vergrößern des Plattenabstandes schwächen und die Länge des Feldes vergrößern. Hierdurch werden aber die Abmessungen der Röhre stark vergrößert. Zur Umgehung dieser Schwierigkeiten lenkt man den Elektronenstrahl auch magnetisch ab, doch werden dann die Zusatzgeräte für den Fernsehempfänger komplizierter.

7. Die Fehler durch gegenseitige Beeinflussung der Ablenkfelder.

Die ersten Fernsehraster waren nicht genau rechteckig, sondern im allgemeinen mehr oder minder trapezförmig. Dies lag daran, daß die Zeilenablenkspannung nicht nur in der Zeilenrichtung, sondern gleichzeitig auch senkrecht hierzu wirkte. Eine solche Beeinflussung kann zustande kommen, wenn die Ablenkplatten dicht beieinander liegen. Anderseits hat es aber auch keinen Zweck, sie weit voneinander zu entfernen, da sonst der Elektronenstrahl beim Eintritt in das zweite Plattenpaar zu stark abgelenkt ist. Er kommt dann zu stark an den Rand des Ablenkfeldes, das dort durch äußere Einflüsse von der Glaswand und von etwa vorhandenen Befestigungsstellen in seinem Verlauf gestört ist. Es ist daher zweckmäßig, zwischen die Ablenkplatten eine Abschirmelektrode etwa nach Abb. 9 a einzufügen.

Bei der Bemessung und Anordnung der einzelnen Elektroden ist sehr darauf zu achten, daß die Ablenkfelder an allen Stellen, wo sich der Elektronenstrahl hindurchbewegt, eindeutig nur in einer Richtung wirken, so daß der Strahl nur in zwei voneinander unabhängigen, aufeinander senkrecht stehenden Ebenen abgelenkt wird.

8. Die Fehler am Fluoreszenzschirm.

Das Fernsehbild kann stark beeinträchtigt werden, wenn das Bildraster bei konstanter Intensität des Kathodenstrahles an den einzelnen Stellen verschieden stark leuchtet. Diese Verschiedenartigkeit kommt durch nicht proportionale Kippschwingungen, durch den im 6. Abschnitt behandelten Geschwindigkeitsfehler und schließlich durch verschiedene Dichte des Fluoreszenzmaterials zustande. Den Fluoreszenzschirm stellt man normalerweise her, indem man verdünntes Wasserglas auf dem Boden des Kolbens verlaufen läßt und dann das Fluoreszenzmaterial auf das Wasserglas aufstäubt. Durch dieses Verfahren wird indessen kein völlig gleichmäßiger Belag erzielt, das Wasserglas ist vielmehr an den verschiedenen Stellen verschieden dicht, und das Fluoreszenzpulver fällt stellenweise früher oder später wieder ab. Es ist ein neuartiges Auftragungsverfahren ausgearbeitet worden, nach dem verdünntes Wasserglas in Form eines Nebels zerstäubt und auf dem Boden des Kolbens niedergeschlagen wird. Auf diese sehr fein und gleichmäßig verteilte

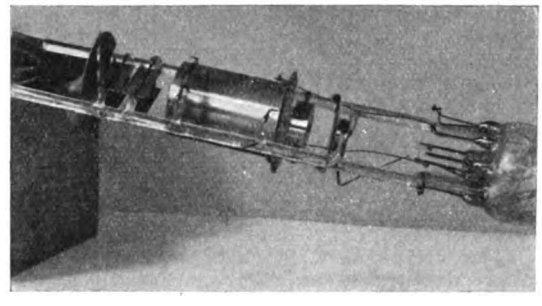


Abb. 9 a. Elektrodenanordnung einer fehlerfreien Braunschen Röhre.

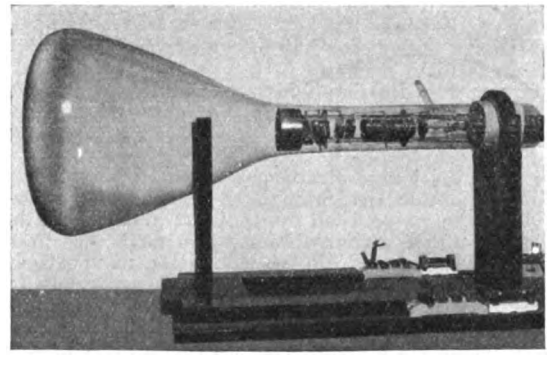


Abb. 9 b. Fehlerfreie helligkeitsgesteuerte Braunsche Röhre.

Klebschicht wird das Fluoreszenzpulver möglichst kurz darauf ebenfalls zerstäubt. Das Fluoreszenzmaterial haftet bei Anwendung dieses Verfahrens so fest, daß der Kolben sogar nachträglich ohne Gefahr ausgewaschen werden kann.

Aber noch durch eine andere Erscheinung können die erwähnten Ungleichmäßigkeiten auftreten. Beim Auftreffen auf den Fluoreszenzschirm regen die Elektronen Sekundärelektronen zum Schwingen an, die ihrerseits wiederum die Lichtemission hervorrufen. Dabei werden die einfallenden Elektronen reflektiert, und zwar unter solchem Winkel, daß sie entweder auf die Seitenwände des Kolbens prallen oder sich direkt zu den Elektroden, insbesondere dem Fangring, bewegen. Es ist aber auch beobachtet worden, daß die Elektronen unter einem so großen Winkel reflektiert werden, daß sie den Schirm

Digitized by Google

noch einmal an anderen Stellen treffen und ihn zum Leuchten bringen. In Abb. 8 sind drei derartige Aufnahmen dargestellt. Der Fluoreszenzfleck befand sich hier länger Zeit an derselben Stelle. Dabei beobachtete man, daß diese Stelle immer dunkler wurde und daß schließlich die beschriebene Erscheinung eintrat. In Abb. 8 a hatte der Elektronenstrahl seine normale Lage, in Abb. 8 b war er ein wenig nach oben abgelenkt, in Abb. 8 c ein wenig nach rechts. Die Ablenkung war jedoch in beiden Fällen so klein, daß der Strahl gerade noch die geschwärzte Stelle traf. Zur Vermeidung von Bildverzerrungen ist daher darauf zu achten, daß der Fluoreszenzfleck nicht längere Zeit an derselben Stelle stehenbleibt, wenigstens nicht bei größerer Helligkeit. Schließlich ist bei dem Fluoreszenzschirm noch darauf zu achten, daß das Schirmmaterial möglichst wenig nachleuchtet, da sonst die Bilder verschwommen werden.

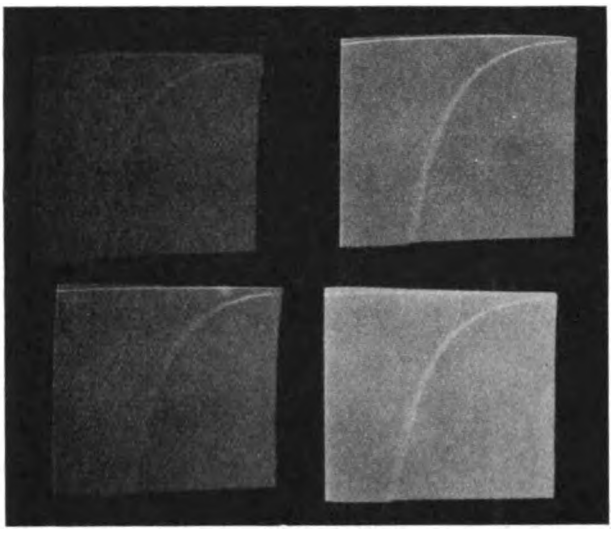


Abb. 10. Grauskala. Raster auf dem Schirm der Braunschen Röhre nach Abb. 9 bei verschiedenen Strahlströmen i = 15, 30, 60, 120 µA.

Abb. 11. Fernsehbild, zusammengesetzt aus 90 Zeilen. (Aufgenommen Weihnachten 1932.)

9. Versuchsergebnisse.

In Abb. 9 ist eine Braunsche Röhre dargestellt, bei der alle erwähnten Gesichtspunkte berücksichtigt worden sind. Man erkennt deutlich die indirekt geheizte Kathode, das Steuer- und Konzentrationssystem nach Abschnitt 2, den Schutzzylinder und die Ablenkplatten nach Abschnitt 4 und 6, den Fangring nach 5, die Abschirmelektrode nach 7. Das System wurde nach dem im Abschnitt 3 beschriebenen Verfahren zusammengesetzt, der Fluoreszenzschirm wurde nach 8 hergestellt, er hatte leider in der Mitte einen kleinen Fehler.

In Abb. 10 ist ein mit dieser Röhre erzieltes 90zeiliges Bildraster bei verschiedenen Helligkeiten wiedergegeben. Der Anodenstrom war bei der ersten Aufnahme 15 µA und ist bei den folgenden auf 30 µA, 60 µA und schließlich auf 120 µA gesteigert worden. Der Photoapparat wurde von einer Aufnahme zur anderen mit Hilfe eines Gaußschen Stativs gehoben oder gesenkt, außerdem wurde das Objektiv seitlich verschoben. Durch die stark seitliche Lage des Objektivs erklären sich die Helligkeitsunterschiede zwischen dem linken und rechten Teil der beiden ersten Aufnahmen und schließlich auch die Abweichungen von der rechteckigen Form. Man erkennt deutlich, daß das Raster bei allen Helligkeitsstufen scharf blieb und daß der Kontrast zwischen der hellsten und dunkelsten Aufnahme allen Anforderungen gerecht wird. Das Raster blieb auch bei kleineren Helligkeiten völlig scharf, bei größeren Helligkeiten wurde der Lichtfleck allmählich größer.

In Abb. 11 ist schließlich ein 90zeiliges Fernsehbild wiedergegeben, das mit einer ähnlichen Braunschen Röhre Weihnachten 1932 aufgenommen wurde, die allerdings noch einige Mängel aufwies. Die heute mit einem entsprechenden Verstärker erzielbaren 180zeiligen Bilder weisen viermal soviel Feinheiten auf und sind in der getreuen Wiedergabe aller Helligkeitsstufen noch besser. Auch kann man erreichen, daß die Zeilen nicht so deutlich und störend zu sehen sind.

Turbogenerator für 72 000 kVA, 3000 U/min.

Die Société d'Électricité de Paris hatte bei den ACEJ[1]) und den ACEC[2]) 3 Turbogeneratoren in Auftrag gegeben, von denen eine Einheit für 72 000 kVA, $\cos\varphi = 0{,}7$, 10,5 kV, 3000 U/min, bereits in Betrieb gekommen ist[3]). Die Hauptangaben des aktiven Teiles der Maschine sind folgende: Ständer: Außendurchmesser des Blechpaketes 2450 mm, Bohrungsdurchmesser 1170 mm, Blechpaketlänge einschl. Luftschlitze 3500 mm, Strombelag 650 As/cm, Erreger-AW bei Leerlauf 55 000, Ständer-AW je Polpaar 102 000. Läufer: Durchmesser 1100 mm, Erregerleistung 150 kW, gesamte AW 160 000, Verluste je m² der Oberfläche des Läufers 10 kW. Zur Erregung dient eine Haupterregermaschine, die von einer Hilfserregermaschine für gleichbleibende Spannung erregt wird; beide Maschinen sind so ausgeführt, daß die Erregerspannung in etwa $^6/_{10}$ s von 240 V auf 480 V gesteigert werden kann; als Spannungsregler werden neuzeitliche Westinghouse-Regler verwendet. Bei einem Kurzschluß von längerer Dauer als 2 s schaltet ein Strombegrenzungsrelais ab, der Generator wird entregt und außerdem der Remanenzfluß der Haupterregermaschine beseitigt. Der Generatorschutz ist gruppenweise vorgesehen, so daß bei Beschädigungen des Generators dieser und der zugehörige Transformator abgeschaltet werden. Die Erzeugung einer so großen Leistung in einer Maschineneinheit gelingt nur durch größtmögliche Beschränkung der Verluste und beste Lösung der Belüftungsfrage. Diese Forderungen bedingen Werkstoffe, deren Auswahl und Ausnutzungsgrad durch zahlreiche Einzelversuche geklärt wurde. Das geschweißte Gehäuse enthält eine Anzahl von Kanälen, durch welche die von 2 auf der Läuferwelle angeordneten Drucklüftern gelieferte Kühlluft zur Belüftung des Ständerblechpaketes und der Ständerwicklung geführt wird; die Lüftung wird als Radiallüftung bezeichnet. Die stark siliziumhaltigen Ständerbleche von 0,4 mm Stärke sind auf beiden Seiten durch Lack isoliert, ihre Verlustziffer ist 1,4 W/kg. Die einzelnen Blechpakete von 40 ··· 50 mm Breite sind durch Luftschlitze von 13 mm Breite getrennt. Die Ständerwicklung ist eine gelötete 2-Stabwicklung mit Gitterstäben, Stab- und Nutisolation sind besonders sorgfältig ausgeführt. Das Fertiggewicht des Ständers beträgt 105 t; für die Beförderung wurde der Bau eines 12-achsigen Sonderwagens für 125 t Nutzlast erforderlich. Das Material des Läufers ist Chromnickelstahl von solcher Güte, daß auch bei den Beanspruchungen, die einer Drehzahlerhöhung von 15 % bis 20 % entsprechen, noch eine genügende Sicherheit bleibt. Die Leiter der Läuferwicklung sind aus reinem Aluminium; sie werden fertigisoliert und zusammengepreßt in die Läufernuten eingeführt und in diesen durch Bronzekeile von großem Widerstand festgehalten. Die Sicherung der Wickelköpfe gegen die Fliehkräfte erfolgt durch unmagnetische Kappen. Die Schleifringe sind aus Stahl.

Als Versuchsergebnisse werden angegeben: Läufererwärmung bei Nennlast 65 °, Luftreibungsverluste 690 kW, Eisenverluste bei Nennspannung 220 kW, Zusatzverluste 320 kW (ermittelt aus dem Kurzschlußversuch bei Nennstrom), Wirkungsgrad 97,8 % bei $\cos\varphi = 1$, 97,2 % bei $\cos\varphi = 0{,}7$. Streureaktanz 0,191 Ω je Phase bei 50 Hz, Reaktanzspannung 12,6 % der Nennspannung. Erregerstrom 680 A für 72 000 kVA, $\cos\varphi = 0{,}7$. Die im April 1933 in Betrieb genommene Einheit hat bisher zur Zufriedenheit gearbeitet. — Hervorzuheben ist, daß bereits im Mai 1933 an anderer Stelle[4]) über eine von den SSW gelieferte noch größere Einheit, nämlich für 80 000 kVA, $\cos\varphi = 0{,}75$, 10 500 V, 3000 U/min, berichtet wurde. Daraus ist zu schließen, daß die aus wirtschaftlichen Gründen bedingte Weiterentwicklung der 3000tourigen Turbogeneratoren noch nicht abgeschlossen ist. *Klt.*

[1]) Ateliers de constructions électriques de Jeumont.
[2]) Ateliers de constructions électriques de Charleroi.
[3]) Rev. Atel. Constr. électr. Charleroi II, 140, S. 189.
[4]) Siemens-Z. Bd. 13, S. 85 (1933). ETZ 1933, S. 779.

Digitized by Google

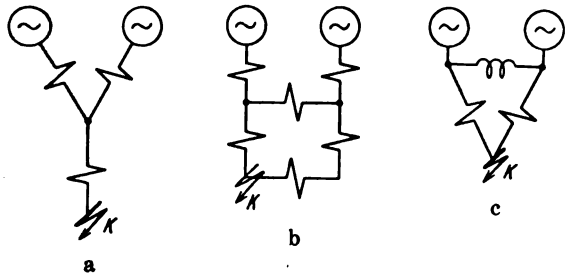
Die Berechnung dreipoliger Dauerkurzschlüsse in verbundgespeisten Netzen bei Berücksichtigung der Vorbelastungen.

Von Dr.-Ing. H. Grünewald, Berlin.

Übersicht. Im Anhang zu den R.E.H./1929[1]) und in einer ergänzenden Arbeit in der ETZ[2]) ist ein Verfahren angegeben worden, wie man dreipolige Dauerkurzschlüsse in einem von mehreren verkuppelten Kraftwerken gespeisten Netz („verbundgespeistes Netz") berechnen kann. Bei dem Verfahren werden die Vorbelastungen der Kraftwerke nicht berücksichtigt, weshalb man im allgemeinen zu hohe Kurzschlußströme erhält. Es wird im folgenden angegeben, auf welche Weise man die Vorbelastungen der Kraftwerke bei der Berechnung von verbundgespeisten Kurzschlüssen berücksichtigen und so genauere Stromwerte erhalten kann.

I. Allgemeines.

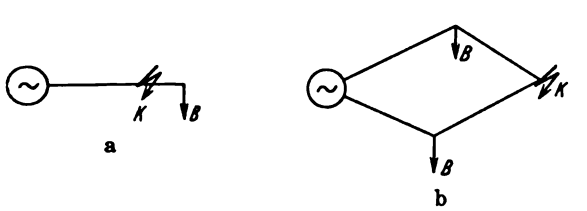
Ein „verbundgespeister" Kurzschluß liegt dann vor, wenn in einem offenen oder vermaschten Netz mehrere Kraftwerke auch während des Kurzschlusses über Leitungen verkuppelt bleiben oder ihre Kurzschlußströme teilweise über dieselben Leitungswege zur Kurzschlußstelle fließen (Abb. 1). Sind Maschinen oder Kraftwerke vor



a offenes Netz b vermaschtes Netz c Die Maschinen sind durch eine Strombegrenzungsdrossel voneinander getrennt. *K* Kurzschlußstelle.

Abb. 1a···c. Einfache Fälle verbundgespeister Kurzschlüsse.

einem Kurzschluß belastet und berechnet man den Kurzschlußstrom mit der dieser Vorbelastung entsprechenden Maschinenerregung, so darf die Vorbelastung bei der Kurzschlußstrom-Berechnung nur dann ohne Fehler unberücksichtigt bleiben, wenn sie durch den Kurzschluß von der Speisung abgeschnitten wird (Abb. 2a). In anderen



a Vorbelastung bleibt unberücksichtigt, da durch den Kurzschluß abgetrennt b Vorbelastungen müssen berücksichtigt werden *B* Belastung *K* Kurzschlußstelle

Abb. 2. Berücksichtigung der Vorbelastung bei der Kurzschlußstromberechnung.

Fällen (z. B. Abb. 2b) muß man sie berücksichtigen, indem man den Ersatzwiderstand der Vorbelastung dem Widerstand des Außenkreises der Maschine bis zur Kurzschlußstelle parallelschaltet.

In einem offenen oder vermaschten Netz mit mehreren Kraftwerken dürfte in der großen Mehrzahl der Fälle nur ein Bruchteil der Vorbelastungen im Netz durch den Kurzschluß von der Speisung abgeschnitten werden. Man muß also die Belastungen, die parallel zur Kurzschlußstelle liegenbleiben, bei der Berechnung berücksichtigen, wenn man nicht einen Fehler begehen und viel zu große Kurzschlußströme erhalten will. Es sollen nun zwei Möglichkeiten angegeben werden, wie man im Rahmen des im Anhang zu den R.E.H/1929 beschriebenen Verfahrens (kurz VDE-Verfahren) die Vorbelastungen der Kraftwerke mit berücksichtigen kann, um genauere Ergebnisse zu erhalten. Da auf dem VDE-Verfahren aufgebaut wird, soll zunächst kurz das Grundsätzliche hierüber zusammengefaßt werden.

II. Das VDE-Verfahren.

Das VDE-Verfahren der Berechnung verbundgespeister Kurzschlüsse ohne Berücksichtigung der Vorbelastungen beruht darauf, zunächst in einem Hilfsverfahren für jedes der verbundspeisenden Kraftwerke eine Widerstandsgröße (Betriebsnetzwiderstand) zu bestimmen, in der die Tatsache zum Ausdruck kommt, daß mehrere Kraftwerke den Kurzschluß über gemeinsame Leitungswege speisen. Indem man diese Betriebsnetzwiderstände der einzelnen Kraftwerke dann für die eigentliche Kurzschlußstrom-Berechnung verwendet, kann man jedes Kraftwerk so behandeln, als ob sein Kurzschlußstrom-Anteil auf einem von den übrigen Kraftwerken ganz getrennten Wege zur Kurzschlußstelle fließt. Um die Betriebsnetzwiderstände der einzelnen Kraftwerke zu bestimmen, werden in dem Hilfsverfahren eine Spannungsquelle am Kurzschlußort angenommen und die Maschinen der Kraftwerke mit ihren inneren Widerständen als Abnehmer eingesetzt. Aus den Strömen $i_{M\,I}$, $i_{M\,II}$ usw., die in diesem Hilfsnetz in die Widerstände der Kraftwerke *I*, *II* usw. hineinfließen, und der Spannung U' der am Kurzschlußort angenommenen Stromquelle findet man die Widerstandsgrößen

$$X_I = \frac{U'}{i_{M\,I}}; \qquad X_{II} = \frac{U'}{i_{M\,II}}; \quad \text{usw.}$$

Aus ihnen erhält man nach Abzug der inneren Maschinenwiderstände $(X_{a_I} + X_{s_I})$ usw. die gesuchten Betriebsnetzwiderstände $X_{N\,I}$, $X_{N\,II}$ usw. Der dreipolige Dauerkurzschlußstrom jedes Kraftwerkes ist dann durch Gl. (1) gegeben:

$$I_{k_I} = \frac{U_n\, k_I}{\sqrt{3}\,(X_{a_I} + X_{s_I} + X_{N\,I})}. \tag{1}$$

Dabei ist

U_n Nennspannung der Maschinen,

X_{a_I} Ankerrückwirkungs-Blindwiderstand, X_{s_I} Streu-Blindwiderstand } des Kraftwerks *I*

k_I Kurzschlußziffer für das Kraftwerk *I*, die für den jeweiligen Wert der relativen Maschinenerregung[3]) (v_e), und die numerische Kurzschlußentfernung (a) des betreffenden Kraftwerkes aus Kurvenscharen[4]) zu entnehmen ist. Die numerische Kurzschlußentfernung ist gegeben durch Gl. (2)

$$a_I = \frac{X_{N\,I} + X_{s_I}}{X_{s_I}}. \tag{2}$$

III. Genaueres Berechnungsverfahren unter Berücksichtigung der Vorbelastungen.

Um die Vorbelastungen der Kraftwerke mit berücksichtigen zu können, muß man sie auch in dem Hilfsnetz mit der Spannungsquelle U' am Kurzschlußort einfügen. Das kann geschehen, indem man die Ersatzwiderstände der Vorbelastungen zwischen ihre Abnahmepunkte und die Kurzschlußstelle, also parallel zu den Netzwiderständen schaltet, und dann genau wie im unbelasteten Netz wieder die in die Maschinenwiderstände fließenden Ströme ermittelt. In Abb. 4 ist für das Beispiel eines noch verhältnismäßig einfachen offenen Netzgebildes der Abb. 3 mit einem verbundgespeisten Kurzschluß das Hilfsnetz unter Berücksichtigung der Vorbelastungen dargestellt. Aus dem offenen Netz ist ein vielfach vermaschtes Gebilde geworden, in dem sich die gesuchten Ströme $i_{M\,I}$ bis $i_{M\,III}$ nur nach umständlichen Rechnungen ermitteln lassen. Entweder muß man dazu eine Gleichungsgruppe mit mehreren Unbekannten auflösen, oder man muß das

[1]) Sonderdruck VDE 0670/1929 Anhang, Abschnitt G.
[2]) ETZ 1931, S. 1524.
[3]) Sonderdruck VDE 0670/1929, Anhang, Abschnitt B 8.
[4]) Sonderdruck VDE 0670/1929, Anhang, Abschnitt E 25.

Digitized by Google

vermaschte Hilfsnetz durch widerstandstreue Umbildungen der verschiedensten Art (Parallelschaltungen, Umwandlungen von Sternen in Dreiecke und umgekehrt, Umwandlungen von Kreuzen in Vierecke und umgekehrt) nach und nach vereinfachen. Man erhält, wenn man dieses Verfahren durchführt, wieder entsprechende Widerstandsgrößen X_I, X_{II} usw. und aus ihnen nach Abzug der inneren Maschinenwiderstände die gesuchten Betriebsnetzwiderstände X_{N_I}, $X_{N_{II}}$ usw. In ihnen ist jetzt auch der Einfluß der Vorbelastungen berücksichtigt. Sie werden bei der eigentlichen Kurzschlußstrom-Berechnung genau so verwendet, wie es vorstehend für das VDE-Verfahren ohne Berücksichtigung der Vorbelastungen angegeben ist. Der für jedes Kraftwerk errechnete Strom stellt aber jetzt den Maschinen-Kurzschlußstrom dar, der noch im Verhältnis der Widerstände aufgeteilt werden muß, um die Anteile, die die Vorbelastung aufnimmt und die zur Kurzschlußstelle im Netz fließen, zu erhalten.

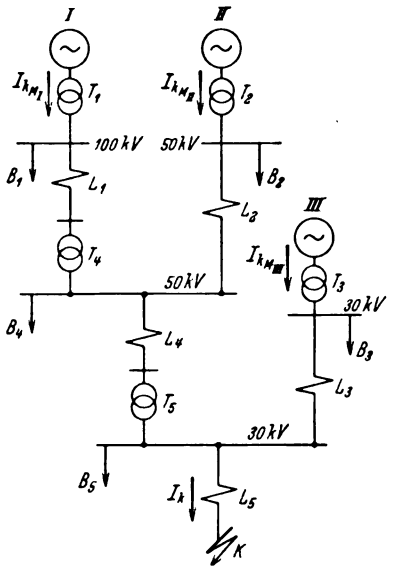


Abb. 3. Beispiel eines verbundgespeisten Kurzschlusses in einem offenen Netz mit 3 Kraftwerken und verteilten Belastungen.

Bei der Berücksichtigung der Vorbelastungen auf diesem Wege erfordert die Ermittlung der Betriebsnetzwiderstände in dem Hilfsnetz einen außerordentlichen Aufwand an Rechenarbeit (wenn nicht mit einem Netzmodell die ganze Rechnung durch den Versuch ersetzt werden kann), weil das Hilfsnetz, in dem die Stromverteilung bestimmt werden muß, immer zu einem stark vermaschten Netzgebilde wird. Abgesehen davon, daß nur selten in praktischen Fällen ein solcher Aufwand an Rechenarbeit überhaupt tragbar ist, darf auch nicht übersehen werden, daß bei den wiederholten Netzumbildungen leicht Fehler begangen werden können. Es wird deshalb nachstehend ein wesentlich vereinfachtes Verfahren vorgeschlagen, das zwar nur unter bestimmten Voraussetzungen anwendbar ist, das aber erheblich weniger Rechenarbeit erfordert und doch praktisch befriedigend genaue Ergebnisse liefert.

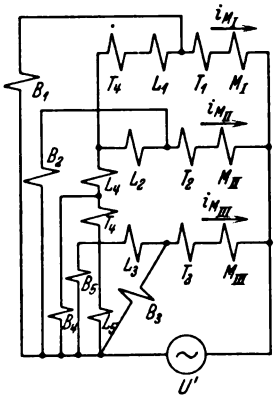


Abb. 4. Hilfsnetz für die Bestimmung der Betriebsnetzwiderstände nach dem Verfahren unter III.

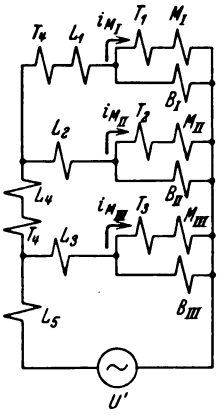


Abb. 5. Hilfsnetz für die Bestimmung der Betriebsnetzwiderstände nach dem vereinfachten Verfahren unter IV.

IV. Vereinfachtes Verfahren unter Berücksichtigung der Vorbelastungen.

Bei diesem Verfahren werden die Ersatzwiderstände der Belastungen im Hilfsnetz nicht zu den Netzwiderständen sondern zu den inneren Maschinenwiderständen parallel geschaltet, sie werden also gewissermaßen als gleichwertig mit den inneren Maschinenwiderständen angesehen. Für den Kurzschlußfall der Abb. 3 stellt Abb. 5 das Hilfsnetz nach dem vereinfachten Verfahren dar. Man ermittelt wieder die Stromverteilung in dem Hilfsnetz mit der Spannungsquelle U' am Kurzschlußort mit dem Ziel, die Ströme $i_{M_I} \cdots i_{M_{III}}$ zu erhalten, die in die inneren Maschinenwiderstände fließen. Aus den Widerstandsgrößen

$$X_I = \frac{U'}{i_{M_I}}; \quad X_{II} = \frac{U'}{i_{M_{II}}}; \quad \text{usw.}$$

erhält man jetzt nach Gl. (3) Widerstandswerte X'_{N_I} bis $X'_{N_{III}}$, die man auch als Betriebsnetzwiderstände bezeichnen kann, die aber nicht mit den Betriebsnetzwiderständen $X_{N_I} \cdots X_{N_{III}}$ des unter III. beschriebenen Verfahrens übereinstimmen[5]).

$$X'_{N_I} = \frac{X_I - (X_{a_I} + X_{s_I})}{1 + \dfrac{X_{a_I} + X_{s_I}}{X_{B_I}}}. \tag{3}$$

Darin bedeutet X_{B_I} den Ersatzwiderstand der Belastung B_I.

Für die Berechnung des dreipoligen Maschinen-Kurzschlußstromes ist nunmehr Gl. (4) anzuwenden:

$$I_{k_{M_I}} = \frac{U_n k_I}{\sqrt{3}\left(X_{a_I} + X_{s_I} + \dfrac{X'_{N_I} \cdot X_{B_I}}{X'_{N_I} + X_{B_I}}\right)}. \tag{4}$$

Diese Gleichung ist genau so aufgebaut wie Gl. (1), nur müssen die gefundenen Widerstandswerte X'_N mit den Belastungswiderständen X_B jedesmal parallel geschaltet werden. Auch die numerische Kurzschlußentfernung a ist jetzt nach der etwas anders aufgebauten Gl. (5) zu errechnen:

$$a_I = 1 + \frac{X'_N X_{B_I}}{X_{s_I}(X'_{N_I} + X_{B_I})}. \tag{5}$$

Die bereits erwähnten vereinfachenden Voraussetzungen, die für die Anwendung dieses Verfahrens erfüllt sein müssen, sind folgende:

1. Die Belastungen müssen an die Sammelschienen der Kraftwerke verlegt werden;
2. die Ersatzwiderstände für die Vorbelastungen müssen für alle Kraftwerke in dem gleichen Verhältnis zu den inneren Maschinenwiderständen $X_a + X_s$ stehen, also:

$$\frac{X_{B_I}}{X_{a_I} + X_{s_I}} = \frac{X_{B_{II}}}{X_{a_{II}} + X_{s_{II}}} = \frac{X_{B_{III}}}{X_{a_{III}} + X_{s_{III}}}.$$

Zur ersten Bedingung läßt sich ganz allgemein folgendes sagen. Alle Belastungen, die von den Kraftwerken über Leitungswege gespeist werden, die von dem kurzschlußbehafteten Netzteil unabhängig sind (ein Fall, der in den heutigen vielfach verkuppelten Netzen sehr oft gegeben ist), können ohne jeglichen Fehler an die Kraftwerksammelschienen verlegt werden. Durch die Verlegung der übrigen im kurzschlußbehafteten Netzteil zerstreuten Belastungen an die Sammelschienen der Kraftwerke entsteht im allgemeinen ein um so geringerer Fehler, je kleiner die Spannungsabfälle der Belastungsströme im ungestörten Betrieb sind und je geringer die Netzbelastungen im Vergleich zur insgesamt betriebenen Maschinennennleistung im Netz ist. Bei Kurzschlüssen in Mittelspannungsnetzen, die über Umspanner mit großen Hochspannungs-Verteilungsnetzen gekuppelt sind, verursacht die Verlegung der Hauptlasten des Hochspannungsnetzes an dessen Kraftwerksammelschienen einen um so unbedeutenderen Fehler, je geringer die Durchgangsleistung des Umspannwerkes zwischen dem Hoch- und dem Mittelspannungsnetz ist.

Die zweite Bedingung läßt sich für den Fall, daß nur mit induktiven Blindwiderständen gerechnet wird, auch noch in folgende Form kleiden: Wenn man alle Kraft-

[5]) Auf die Ableitung der Gl. (3) soll hier nicht näher eingegangen werden. Ausführlicheres s. H. Grünewald, Dissertation T. H. Berlin 1934.

Digitized by Google

werke im Netz mit dem gleichen Anteil ihrer Nennleistung belastet, müssen alle dasselbe Kurzschlußverhältnis $\frac{I_{k_0}}{I_n}$ haben. Oder wenn die Kurzschlußverhältnisse der Kraftwerke verschieden sind, müssen die Anteile A', A'', A''' usw. der Nennleistung, mit denen die Kraftwerke als belastet angenommen werden, so groß gewählt werden, daß die Ausdrücke

$$A\,\frac{I_{k_0}}{I_n}$$

für alle Kraftwerke gleich groß sind. Da diese Voraussetzungen in praktischen Fällen wohl kaum jemals ganz erfüllt sind, muß man die Annahmen hier so wählen, daß die geforderten Bedingungen erfüllt werden, gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen aber keine zu großen Abweichungen entstehen[6]).

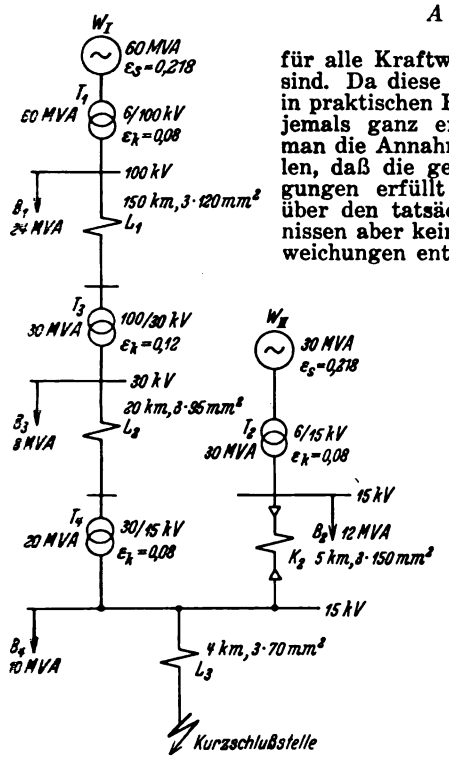


Abb. 6. Netzschaltzustand für einen verbundgespeisten Kurzschluß.

bekannt sein. Wohl aber dürften in allen Fällen über die an den Kraftwerksammelschienen abgehenden Belastungen stichhaltige Unterlagen verfügbar sein. Es hat deshalb auch keinen Zweck, eine Genauigkeit in dem Hilfsverfahren zur Bestimmung der Betriebsnetzwiderstände anzustreben, die in gar keinem Verhältnis zu den unsicheren Ausgangsgrößen steht.

Es sei ferner noch kurz darauf hingewiesen, daß sich das vereinfachte Verfahren unter Berücksichtigung der Vorbelastungen bei erträglichem Aufwand an Rechenarbeit auch auf Netze anwenden läßt, bei denen außer den Blindwiderständen auch die Wirkwiderstände der Leitungswege bzw. die Wirkanteile der Vorbelastungen unbedingt berücksichtigt werden müssen[6]). Zu den beiden angegebenen Anwendungsbedingungen kommt dann als dritte die Forderung des gleichen Leistungsfaktors aller angenommenen Belastungen hinzu. Auch diese Voraussetzung ist kaum jemals ganz erfüllt, so daß man vermittelnde Annahmen machen muß.

Zum Schluß soll an Hand eines ganz einfachen Beispiels eines verbundgespeisten Kurzschlusses in einem

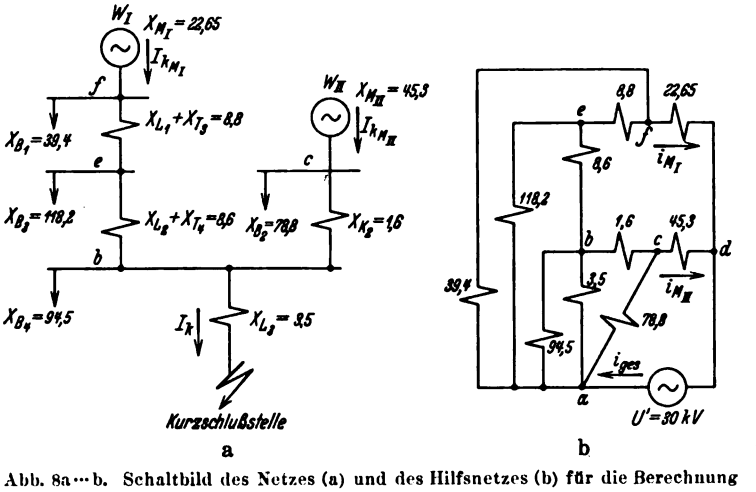


Abb. 8a···b. Schaltbild des Netzes (a) und des Hilfsnetzes (b) für die Berechnung unter Vb.

Die durch das Verfahren geforderten vereinfachenden Voraussetzungen sind auch deshalb um so eher zu vertreten, als in praktischen Fällen die tatsächlichen Widerstandswerte, die für die Belastungen einzusetzen sind, wegen ihrer Veränderung im Augenblick des Kurzschlusses gar nicht bekannt sind. Man rechnet meist mit den Werten,

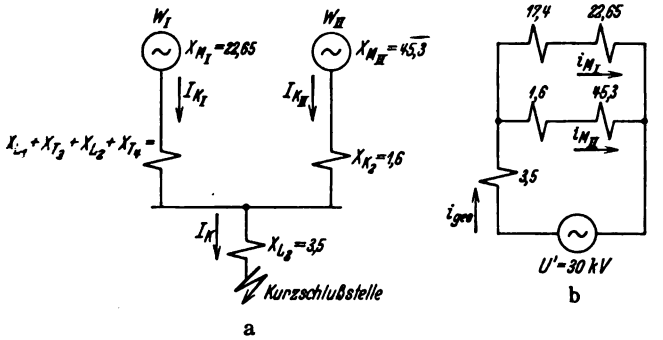


Abb. 7. Schaltbild des Netzes (a) und des Hilfsnetzes (b) für die Berechnung unter Va.

die unmittelbar vor Kurzschlußeintritt bestanden, oder mit bestimmten Anteilen davon, weil über ihre Veränderung mit rückgehender Spannung während des Kurzschlusses ja doch wegen der ganz verschieden zusammengesetzten Netzbelastungen und wegen der verschieden großen Spannungsabsenkung an den einzelnen Lastabnahmestellen keine allgemein gültigen Gesetzmäßigkeiten bestehen. Vielfach wird sowohl bei der Vorausberechnung von Kurzschlußströmen als auch bei der Nachrechnung vorgekommener Betriebsvorfälle die Lage und Größe der einzelnen Abnahmen im Netz gar nicht genau offenen Netz mit nur 2 Kraftwerken gezeigt werden, wie die einzelnen Verfahren durchgeführt werden müssen, und welche Unterschiede sich bei den Stromwerten ergeben können.

V. Beispiel.

In einem verbundgespeisten offenen Netz mit 2 Kraftwerken habe bei einem dreipoligen Kurzschluß der Schaltzustand der Abb. 6 bestanden. Es soll der dreipolige Dauerkurzschlußstrom errechnet werden. Die für die Rechnung erforderlichen Widerstandsgrößen haben nach den Angaben in dem Netzschaltbild folgende Werte (bezogen auf 30 kV):

Kraftwerk W_I: $X_{s_I} = 4{,}8\,\Omega$ (einschließlich des Streublindwiderstandes des Umspanners T_1)

$X_{a} = 17{,}85\,\Omega$ (Ankerrückwirkungs-Blindwiderstand, berechnet für ein Kurzschlußverhältnis $\frac{I_{k_0}}{I_n} = 0{,}77$)

$X_{M_I} = X_{s_I} + X_{a_I} = 22{,}65\,\Omega$.

Kraftwerk W_{II}: $X_{s_{II}} = 9{,}6\,\Omega$ (einschl. Umsp. T_2)

$X_{a_{II}} = 35{,}7\,\Omega$

$X_{M_{II}} = X_{s_{II}} + X_{a_{II}} = 45{,}3\,\Omega$.

Nennspannung aller Maschinen $U_n = 31{,}5$ kV (bezogen auf 30 kV), relative Erregung $v_e = 2{,}5$.

Umspanner: $X_{T_1} = 3{,}6\,\Omega$; $X_{T_4} = 3{,}6\,\Omega$.

Freileitungen: $X_{L_1} = 5{,}2\,\Omega$; $X_{L_2} = 5{,}0\,\Omega$;

$X_{L_3} = 3{,}5\,\Omega$.

Kabel: $X_{K_2} = 1{,}6\,\Omega$.

[6]) Ausführliches siehe H. Grünewald Dissertation T. H. Berlin 1934.

Digitized by Google

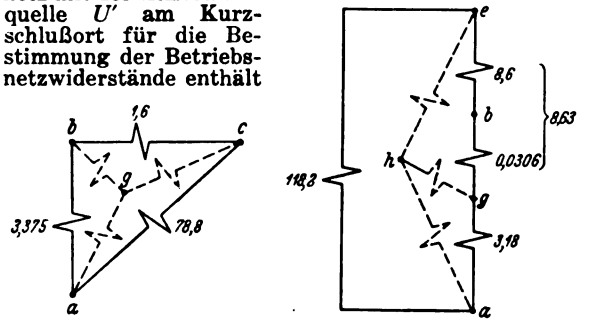
Ersatzwiderstände der Vorbelastungen (Annahme: Maschinen rein induktiv belastet, und zwar mit einer Blindlast von 60 % der Nennleistung der Maschinen).

Belastung	MVA	Widerstandswert in Ohm
B_I	36	$X_{B_I} = 26{,}25$
B_{II}	18	$X_{B_{II}} = 52{,}3$
B_1	24	$X_{B_1} = 39{,}4$
B_2	12	$X_{B_2} = 78{,}8$
B_3	8	$X_{B_3} = 118{,}2$
B_4	10	$X_{B_4} = 94{,}5$

(Wegen der Lage der einzelnen Belastungen siehe Abb. 6, 8 und 9.)

a) Berechnung nach dem VDE-Verfahren ohne Berücksichtigung der Vorbelastungen (siehe unter II).

Für diese Berechnung gilt das Schaltbild Abb. 7a. Das zugehörige Hilfsnetz mit der Hilfsstromquelle U' am Kurzschlußort für die Bestimmung der Betriebsnetzwiderstände enthält



c d e f

Abb. 8c ... f. Schaltbilder für die widerstandstreuen Umbildungen des Hilfsnetzes der Abb. 8b.

Abb. 7 b. Den Gesamtwiderstand des Hilfsnetzes erhält man durch Parallelschaltung von

$$17{,}4 + 22{,}65 \,//\, 1{,}6 + 45{,}3 = 21{,}6\ \Omega$$

und Zusammenzählen mit dem Widerstand X_{L_3}.

$$X_{ges} = 21{,}6 + 3{,}5 = 25{,}1\ \Omega.$$

Daraus erhält man

$$i_{ges} = \frac{U'}{\sqrt{3}\,X_{ges}} = \frac{30\,000}{\sqrt{3}\cdot 25{,}1} = 690\ \text{A}.$$

Gesucht sind i_{M_I} und $i_{M_{II}}$ (s. Abb. 7b).

$$i_{M_I} = \frac{690\cdot 21{,}6}{17{,}4 + 22{,}65} = 372\ \text{A}, \quad i_{M_{II}} = \frac{690\cdot 21{,}6}{1{,}6 + 45{,}3} = 318\ \text{A}.$$

Daraus

$$X_I = \frac{U'}{\sqrt{3}\,i_{M_I}} = 46{,}5\ \Omega, \quad X_{II} = \frac{U'}{\sqrt{3}\,i_{M_{II}}} = 54{,}4\ \Omega.$$

Daraus erhält man die gesuchten Betriebsnetzblindwiderstände zu

$$X_{N_I} = X_I - X_{M_I} = 23{,}85\ \Omega, \quad X_{N_{II}} = X_{II} - X_{M_{II}} = 9{,}1\ \Omega.$$

Die numerischen Kurzschlußentfernungen sind dann

$$a_I = \frac{X_{N_I} + X_{s_I}}{X_{s_I}} = \frac{23{,}85 + 4{,}8}{4{,}8} = 5{,}79$$

$$a_{II} = \frac{X_{N_{II}} + X_{s_{II}}}{X_{s_{II}}} = \frac{9{,}1 + 9{,}6}{9{,}6} = 1{,}95.$$

Aus der Kurvenschar der Abb. 17 des Sonderdrucks VDE 0670/1929 erhält man für diese numerischen Kurzschlußentfernungen bei der angenommenen relativen Erregung $v_e = 2{,}5$ die folgenden Kurzschlußziffern für dreipoligen Kurzschluß:

$$k_I = 2{,}18, \qquad k_{II} = 2{,}55.$$

Die gesuchten Dauerkurzschlußströme sind dann schließlich nach Gl. (1)

$$I_{k_I} = \frac{U_n\, k_I}{\sqrt{3}\,(X_{M_I} + X_{N_I})} = \frac{31\,500\cdot 2{,}18}{\sqrt{3}\cdot 46{,}5} = 852\ \text{A}$$

$$I_{k_{II}} = \frac{31\,500\cdot 2{,}55}{\sqrt{3}\cdot 54{,}4} = 853\ \text{A}$$

und der gesamte Kurzschlußstrom (bezogen auf 30 kV!)

$$I_k = 852 + 853 = 1705\ \text{A}.$$

b) Berechnung mit Berücksichtigung der Vorbelastungen nach dem Verfahren unter III.

Für diese Berechnung gilt das Netzschaltbild der Abb. 8 a und das zugehörige Hilfsnetz der Abb. 8 b zur Bestimmung der Betriebsnetzwiderstände. Die Ersatzwiderstände für die Vorbelastungen sind jetzt parallel zu den Netzwiderständen geschaltet, wodurch aus dem ursprünglich offenen Netz ein mehrfach vermaschtes Hilfsnetz wird. Um die Stromverteilung in diesem vermaschten Netz bestimmen zu können und um die in die Maschinenwiderstände fließenden Ströme i_{M_I} und $i_{M_{II}}$ zu erhalten, vereinfacht man das Netz durch wiederholte widerstandstreue Umbildungen. Zunächst schaltet man die beiden Widerstände zwischen den Punkten a und b (siehe Abb. 8 b) parallel.

$$\frac{3{,}5\cdot 94{,}5}{98{,}0} = 3{,}375\ \Omega.$$

Dann verwandelt man das Dreieck abc in einen Stern gemäß Abb. 8 c. Die neuen Widerstände des Sternes sind

$$X_{bg} = \frac{3{,}375\cdot 1{,}6}{3{,}375 + 1{,}6 + 78{,}8} = 0{,}0306\ \Omega,$$

$$X_{cg} = \frac{1{,}6\cdot 78{,}8}{3{,}375 + 1{,}6 + 78{,}8} = 1{,}505\ \Omega,$$

$$X_{ag} = \frac{78{,}8\cdot 3{,}375}{3{,}375 + 1{,}6 + 78{,}8} = 3{,}18\ \Omega.$$

Jetzt wird das Dreieck ega nach Abb. 8 d in einen Stern verwandelt.

$$X_{eh} = 7{,}85\ \Omega, \quad X_{gh} = 0{,}21\ \Omega, \quad X_{ah} = 2{,}89\ \Omega.$$

Für das Dreieck fha nach Abb. 8 e finden wir die Sternwiderstände:

$$X_{fi} = 11{,}14\ \Omega, \quad X_{hi} = 0{,}816\ \Omega, \quad X_{ai} = 1{,}933\ \Omega.$$

Man hat damit das Widerstandsgebilde der Abb. 8 f erhalten, in dem man zunächst die Widerstände zwischen den Punkten i und d parallel schaltet.

$$\frac{33{,}79\cdot 47{,}83}{81{,}62} = 19{,}77\ \Omega.$$

Zählt man den Widerstand zwischen i und a (U') hinzu, so hat man damit den Gesamtwiderstand des Hilfsnetzes

$$X_{ges} = 19{,}77 + 1{,}933 = 21{,}703\ \Omega.$$

Daraus ergibt sich

$$i_{ges} = \frac{U'}{\sqrt{3}\cdot X_{ges}} = \frac{30\,000}{\sqrt{3}\cdot 21{,}703} = 798\ \text{A}.$$

Ferner erhält man durch Aufteilen von i_{ges}

$$i_{M_I} = \frac{798\cdot 19{,}77}{33{,}79} = 467\ \text{A}, \quad i_{M_{II}} = \frac{798\cdot 19{,}77}{47{,}83} = 330\ \text{A}.$$

Daraus

$$X_I = \frac{U'}{\sqrt{3}\,i_{M_I}} = \frac{30\,000}{\sqrt{3}\cdot 467} = 37{,}0\ \Omega, \quad X_{II} = \frac{30\,000}{\sqrt{3}\cdot 330} = 52{,}5\ \Omega$$

Wie oben erhält man daraus die gesuchten Betriebsnetzwiderstände

$$X_{N_I} = 37{,}0 - 22{,}65 = 14{,}35\ \Omega, \quad X_{N_{II}} = 52{,}5 - 45{,}3 = 7{,}2\ \Omega$$

Digitized by Google

und die numerischen Kurzschlußentfernungen

$$a_I = \frac{14{,}35 + 4{,}8}{4{,}8} = 3{,}99\,, \qquad a_{II} = \frac{7{,}2 + 9{,}6}{9{,}6} = 1{,}75.$$

Daraus die Kurzschlußziffern

$$k_I = 2{,}38\,, \qquad k_{II} = 2{,}56.$$

Die Maschinenkurzschlußströme sind dann nach Gl. (1)

$$I_{k_{M_I}} = \frac{U_n\, k_I}{\sqrt{3}\,(X_{M_I} + X_{N_I})} = \frac{31\,500 \cdot 2{,}38}{\sqrt{3} \cdot 37{,}0} = 1169 \text{ A},$$

$$I_{k_{M_{II}}} = \frac{31\,500 \cdot 2{,}56}{\sqrt{3} \cdot 52{,}5} = 887 \text{ A}.$$

Diese Ströme müssen nunmehr noch aufgeteilt werden in die Anteile, welche die Belastungen aufnehmen, und die Anteile, welche zur Kurzschlußstelle im Netz fließen. Bei dieser Aufteilung geht man am besten von den treibenden EMKen der Kraftwerke aus und ermittelt über die Spannungsabfälle in den einzelnen Netzwiderständen die Spannungen an den Punkten $f\ e\ b\ c$, an denen Belastungen abzweigen. Man kann so die Belastungsströme berechnen. Der verbleibende Rest fließt zur Kurzschlußstelle. Die treibenden EMKe sind gegeben durch $U_n \cdot k$. Die etwas umständliche Stromverteilung soll hier nicht im einzelnen wiedergegeben werden. Als Ergebnis erhält man einen Gesamtstrom an der Kurzschlußstelle von

$$I_k = 1416 \text{ A}.$$

Der unter V a) errechnete Gesamtkurzschlußstrom von 1705 A liegt um etwas mehr als 20 % über diesem genaueren Wert unter Berücksichtigung der Vorbelastungen.

c) Berechnung mit Berücksichtigung der Vorbelastungen nach dem vereinfachten Verfahren unter IV.

Die Durchführung der Berechnung nach dem unter IV angegebenen vereinfachten Verfahren soll zeigen, wie viel schneller man dabei zum Ziel kommt, und daß die zu machenden vereinfachten Voraussetzungen im Ergebnis nur ganz unwesentliche Unterschiede gegenüber dem genaueren Verfahren unter III ergeben.

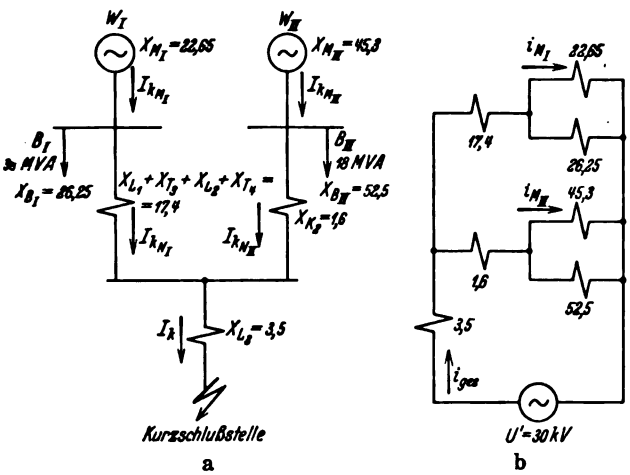


Abb. 9. Schaltbild des Netzes (a) und des Hilfsnetzes (b) für die Beispielrechnung Vc.

Für diese Berechnung wird das Schaltbild der Abb. 9 a und das zugehörige Hilfsnetz der Abb. 9 b zu Grunde gelegt. Man ermittelt zunächst wieder den Gesamtwiderstand des Hilfsnetzes und beginnt dabei mit der Parallelschaltung der inneren Maschinenwiderstände mit den Belastungswiderständen, die gemäß den zu erfüllenden Voraussetzungen jetzt nur an den Maschinensammelschienen liegen.

$$\frac{22{,}65 \cdot 26{,}25}{48{,}9} = 12{,}15\ \Omega\,, \qquad \frac{45{,}3 \cdot 52{,}5}{97{,}8} = 24{,}3\ \Omega.$$

Dann folgt eine zweite Parallelschaltung der Widerstände 12,15 + 17,4 // 24,3 + 1,6 (siehe Abb. 9 b). Das ergibt 13,8 Ω, zu denen noch die 3,5 Ω von X_{L_3} hinzukommen. Damit ist schon der Gesamtwiderstand erhalten: $X_{ges} = 17{,}3\ \Omega$; daraus

$$i_{ges} = \frac{U'}{\sqrt{3}\, X_{ges}} = \frac{30\,000}{\sqrt{3} \cdot 17{,}3} = 1000 \text{ A}.$$

Durch Aufteilen von i_{ges} erhält man

$$i_I = \frac{1000 \cdot 13{,}8}{29{,}55} = 466 \text{ A}\,, \qquad i_{II} = \frac{1000 \cdot 13{,}8}{25{,}9} = 534 \text{ A}.$$

Die gesuchten Ströme i_{M_I} und $i_{M_{II}}$ sind dann (s. Abb. 9 b):

$$i_{M_I} = \frac{466 \cdot 12{,}15}{22{,}65} = 250 \text{ A}, \qquad i_{M_{II}} = \frac{534 \cdot 24{,}3}{45.3} = 286 \text{ A}.$$

Mit diesen Stromwerten erhält man die folgenden Widerstandsgrößen

$$X'_I = \frac{U'}{\sqrt{3}\, i_{M_I}} = \frac{30\,000}{\sqrt{3} \cdot 250} = 69{,}2\ \Omega, \quad X'_{II} = \frac{30\,000}{\sqrt{3} \cdot 286} = 60{,}6\ \Omega.$$

Aus diesen Widerständen errechnet man schließlich nach Gl. (3) die Werte

$$X'_{N_I} = \frac{69{,}2 - 22{,}65}{1 + \frac{22{,}65}{26{,}25}} = 25{,}0\ \Omega, \qquad X'_{N_{II}} = \frac{60{,}6 - 45{,}3}{1 + \frac{45{,}3}{52{,}5}} = 8{,}2\ \Omega.$$

Weiter erhält man nach Gl. (5) die numerischen Kurzschlußentfernungen zu

$$a_I = 1 + \frac{25{,}0 \cdot 26{,}25}{(25{,}0 + 26{,}25) \cdot 4{,}8} = 3{,}67$$

$$a_{II} = 1 + \frac{8{,}2 \cdot 52{,}5}{(8{,}2 + 52{,}5) \cdot 9{,}6} = 1{,}74.$$

Die Kurzschlußziffern hierzu sind

$$k_I = 2{,}41\,; \quad k_{II} = 2{,}56.$$

Die Maschinenkurzschlußströme erhält man nach Gl. (4)

$$I_{k_{M_I}} = \frac{31\,500 \cdot 2{,}41}{\sqrt{3}\left(22{,}65 + \frac{25{,}0 \cdot 26{,}25}{51{,}25}\right)} = 1236 \text{ A}.$$

$$I_{k_{M_{II}}} = \frac{31\,500 \cdot 2{,}56}{\sqrt{3}\left(45{,}3 + \frac{8{,}2 \cdot 52{,}5}{60{,}7}\right)} = 888 \text{ A}.$$

Die Aufteilung dieser Gesamtströme auf die Belastungen und die Kurzschlußstelle ist jetzt sehr einfach. Man erhält die zur Kurzschlußstelle fließenden Anteile zu

$$I_{k_{N_I}} = \frac{I_{k_{M_I}} \dfrac{X'_{N_I}\, X_{B_I}}{X'_{N_I} + X_{B_I}}}{X'_{N_I}} = \frac{1236 \cdot 12{,}8}{25{,}0} = 633 \text{ A}.$$

$$I_{k_{N_{II}}} = \frac{888 \cdot 7{,}08}{8{,}2} = 766 \text{ A}.$$

Es ergibt sich also ein Gesamtstrom an der Kurzschlußstelle von

$$I_k = 1399 \text{ A}.$$

Der Wert liegt um weniger als 1 % unter dem genaueren Wert von 1416 A, der bei der wesentlich umständlicheren und langwierigen Berechnung V b) erhalten worden ist.

VI. Zusammenfassung

Es ist dargelegt worden, daß bei der Berechnung von Dauerkurzschlußströmen in verbundgespeisten Netzen zu hohe Kurzschlußströme erhalten werden, wenn man, wie es in dem Anhang zu den R.E.H./1929 angegeben ist, die Vorbelastungen der Kraftwerke unberücksichtigt läßt. Es sind weiter zwei Wege angegeben worden, wie man unter Beibehaltung des VDE-Verfahrens auch bei Berechnung von Kurzschlußfällen in verbundgespeisten Netzen die Vorbelastungen berücksichtigen kann. Die drei verschiedenen Verfahren sind an dem einfachsten Beispiel eines

Digitized by Google

verbundgespeisten offenen Netzes mit nur zwei Kraftwerken durchgerechnet worden. Es ist dabei ohne Berücksichtigung der Vorbelastungen ein um 20 % zu großer Kurzschlußstrom erhalten worden. In anderen durchgerechneten Fällen sind Unterschiede bis zu 75 % gefunden worden. Trotz der erzielbaren größeren Genauigkeit bei Berücksichtigung des Einflusses der Vorbelastungen auf den Kurzschlußstrom darf aber nicht übersehen werden, daß die wirklichen Werte der Vorbelastungswiderstände, wie sie sich während des Kurzschlusses einstellen, gar nicht genau erfaßbar sind, so daß auch dem genaueren Ergebnis noch immer Unsicherheiten anhängen.

Die Saaletalsperren.

Von Oberbaurat Dipl.-Ing. H. Kyser, Weimar.

Von der Reichswasserstraßen-Verwaltung sind im Rahmen der gesamten Mittellandkanal-Anlagen zur Aufhöhung des Niedrigwassers der Elbe zwei Talsperren an der oberen Saale geplant worden, von denen die erste am kleinen Bleiloch (Bleiloch-Talsperre)[1]) Ende des Jahres 1932 fertiggestellt und dem Betrieb übergeben worden ist. Die zweite Talsperre bei Hohenwarte wird nunmehr ebenfalls gebaut. Die Ausbauverhältnisse der beiden Talsperren sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1.

Ausbauverhältnisse der		Bleiloch-Talsperre[1])	Hohenwarte-Talsperre
Größe des Niederschlagsgebietes	km²	1231,8	1648
mittlere jährl. Zuflußmenge	m³	420 Mill	525,1 Mill
mittl. sekundl. Zuflußmenge	m³/s	13,30	16,7
Fläche des Stausees	ha	918	720
Länge des Stausees in Flußachse	km	28	27
größte Breite des Stausees	km	2	1
höchstes Stauziel in der Sperre	m ü. NN	+410,00	+304,40
gesamter Staubeckeninhalt	m³	215 Mill	190 Mill
tiefstes Absenkziel in der Sperre	m ü. NN	+383,00	+264,40
Gefällschwankung in der Sperre	m	27	40
nutzbare Wassermenge bei höchstem Stauziel etwa	m³	180 Mill	172 Mill
größtes Nutzgefälle	m	58	61
kleinstes Nutzgefälle	m	27	21
Länge der gebauten Straßen und Wege	km	20	22
Massen der Sperrmauer	m³	180 000	450 000
Höhe der Sperrmauer	m	65	74,40
Sohlenbreite der Sperrmauer	m	47	53
Kronenbreite der Sperrmauer zwischen den Geländern	m	7,20	6,70
Kronenlänge der Sperrmauer	m	205	412

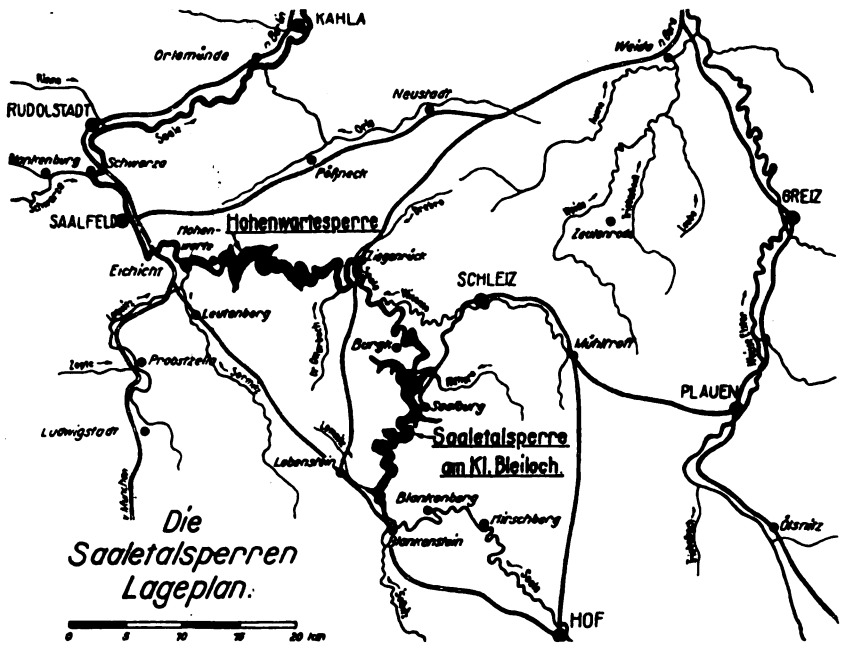


Abb. 1. Die Saaletalsperre am Kl. Bleiloch und die Hohenwartesperre.

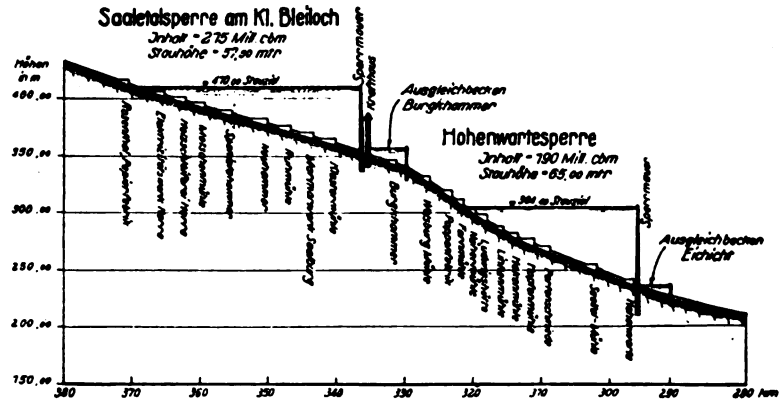


Abb. 2. Längsschnitt durch die beiden Saaletalsperren.

Abb. 1 zeigt den Lageplan und Abb. 2 den Längsschnitt durch die beiden Sperren.

Die Durchführung dieses Baues und die spätere Bewirtschaftung auch dieser Sperre liegen wiederum in den Händen der AG. Obere Saale, Weimar. Die Finanzierung erfolgt über diese Gesellschaft durch das Reich und die Länder Preußen, Sachsen und Thüringen. Die Baukosten werden ohne den kraftwirtschaftlichen Teil etwa 31 Mill RM betragen.

Vorerst wird die Wassernutzung kraftwirtschaftlich noch nicht erfolgen, ein Kraftwerk mit den zugehörigen Betriebsanlagen also noch nicht gebaut, selbstverständlich aber von vornherein beim Bau der Sperrmauer in allen Teilen vorgesehen. Da dieses Kraftwerk voraussichtlich in der gleichen Form als Pumpspeicher-Kraftwerk ausgeführt werden wird, werden die Druckrohre, die auch hier einen Durchmesser von etwa 4,5 m in der Sperrmauer erhalten, von vornherein in die Sperrmauer eingelegt, durch Schützen am Einlauf und durch Abschlußdeckel beim Ausständig ausgenutzt sind. Für die Zukunft aber wird das Kraftwerk Hohenwarte zusammen mit dem Pumpspeicher-Kraftwerk der Bleilochsperre einen beachtlichen, vielleicht sogar einen unentbehrlichen Stützpunkt in der Stromversorgung Mitteldeutschlands bilden, zumal Hauptverbindungsleitungen nach Sachsen, Thüringen und Preußen bereits bestehen.

Berücksichtigung des Einflusses der Vorbelastungen auf den Kurzschlußstrom darf aber nicht übersehen werden, daß die wirklichen Werte der Vorbelastungswiderstände, wie sie sich während des Kurzschlusses einstellen, gar nicht genau erfaßbar sind, so daß auch dem genaueren Ergebnis noch immer Unsicherheiten anhängen.

Von der Reichswasserstraßen-Verwaltung sind im Rahmen der gesamten Mittellandkanal-Anlagen zur Aufhöhung des Niedrigwassers der Elbe zwei Talsperren an der oberen Saale geplant worden, von denen die erste am kleinen Bleiloch (Bleiloch-Talsperre)[1]) Ende des Jahres 1932 fertiggestellt und dem Betrieb übergeben worden ist. Die zweite Talsperre bei Hohenwarte wird nunmehr ebenfalls gebaut. Die Ausbauverhältnisse der beiden Talsperren sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt.

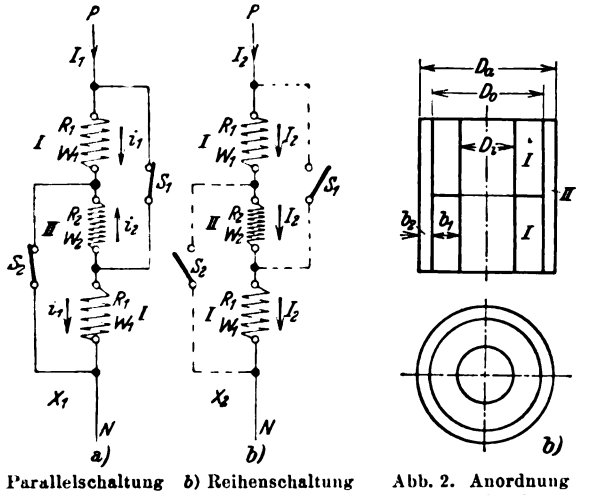
[1]) Kyser, ETZ 1930, S. 1477; 1933, S. 669.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Apparate und Stromrichter.

Sparmagnete für Gleichstromschütze. — Sparmagnete ermöglichen das Anheben des Ankers mit einer größeren Durchflutung X_1 (in A.-W.), während eine kleinere Durchflutung X_2 (A.-W.) zum Festhalten genügt. Nach R. Edler läßt sich dieser Zweck in verschiedener Weise erreichen: 1. durch mechanische Verklinkung des vom Einschaltmagneten angehobenen Ankers, wobei der nur kurzzeitig wirkende Einschaltstrom wieder unterbrochen wird; auch der Auslösemagnet, der die Verklinkung löst, wird nur kurzzeitig eingeschaltet; 2. durch Verwendung eines vor dem Anheben des Ankers kurzgeschlossenen Vorwiderstandes[1]); 3. durch eine Hilfswicklung mit erhöhtem Widerstand, die vor dem Anheben des Ankers kurzgeschlossen ist, beim Festhalten des Ankers aber unter Verringerung des Stromes mitwirkt; 4. durch Verwendung zweier verschiedener Spannungen (U Anheben, u Festhalten, $U > u$); 5. durch Parallel- und Reihenschaltung zweier Halbspulen, wobei jedoch nur $X_1 = 2 \cdot X_2$ erreichbar ist, was zumeist nicht genügt; 6. durch Ergänzung der Parallel- und Reihenschaltung durch eine Hilfswicklung mit erhöhtem Widerstand, die beim Anheben den Hauptwicklungen entgegenwirkt, sie aber beim Festhalten unterstützt (Abb. 1).



a) Parallelschaltung b) Reihenschaltung

Abb. 1. Reihen-Parallelschaltung mit Hilfswicklung.

Abb. 2. Anordnung der Teilspule.

Die letztere Anordnung 6 ermöglicht sehr günstige Ergebnisse, die eingehend entwickelt werden. Mit $X_1 = m \cdot X_2$, wobei $m > 1$, $R_2 = n_1 \cdot R_1$ und $w_2 = v_1 \cdot w_1$ (w_2, w_1 Windungszahlen der Hilfsspule und jeder Halbspule) wird allgemein gültig: $(2 + n_1) \cdot (2 \cdot n_1 - v_1) = m \cdot n_1 \cdot (2 + v_1)$. Kurven und Zahlentafeln erläutern diese Gleichung. Die beiden Halbspulen der Hauptwicklung I liegen innen, die Hilfswicklung II liegt außen. Die Gegenwirkung der Hilfswicklung beträgt $i_2 \cdot w_2$ (in A.-W.), so daß $X_1 = 2 \cdot i_1 \cdot w_1 - i_2 \cdot w_2 = 2 \cdot i_1 \cdot w_1 \cdot (1 - \sigma)$ gesetzt werden kann; σ soll nur wenige Prozente betragen. Für die Leitfähigkeiten K_1 und K_2, für die Querschnitte q_1 und q_2 sowie für die mittleren Durchmesser D_{m1} und D_{m2} der beiden Wicklungen I und II wird

$$\frac{K_2}{K_1} \frac{q_2}{q_1} = 2\,\sigma \frac{D_{m2}}{D_{m1}}.$$

Für die praktisch zweckmäßige Wahl $q_2 = q_1$ muß $K_2 < K_1$ sein, wenn σ klein soll. (Abb. 2.)

Ist $D_i = z \cdot D_a$ der Innendurchmesser der Wicklung I, ferner $D_o = z_o \cdot D_a$ der Innendurchmesser der Wicklung II, endlich D_a der Außendurchmesser der Wicklung II, dann wird mit $z = 0{,}4$; $z_0 = 0{,}9$; $v_1 = 0{,}4$; $n_1 = 14{,}04$ die Gegenwirkung nur $\sigma = 1{,}426\,\%$, während $m = 13{,}2$, also $X_1 = 13{,}2 \cdot X_2$ wird, so daß der Anker sehr kräftig angehoben wird. Zur Berechnung des Drahtquerschnittes q_1 (Kupfer in cm²) $= q_2$ (Nickelin in cm²) dient die ausführlich abgeleitete Gleichung:

$$\frac{\pi^3}{4} \frac{(z_o + z)^4}{(z_o - z)} \frac{(2 + n_1)^4}{(2 + v_1)^5} \frac{a}{K_1^4} \frac{X_1^5}{U^3} = y^2 (q_1^3 \cdot F w_1).$$

Dabei ist a cm²/W die spezifische Kühlfläche, U-Volt die gegebene Spannung, $y = H : D_a$ das Spulenlängenverhältnis und $q_1^3 \cdot F w_1$ eine „Drahtfunktion", die nur von der Drahtisolation und von der Genauigkeit der Wickelarbeit abhängt. Nach Berechnung des Drahtquerschnittes können alle Spulenmaße sowie die Widerstände und Windungszahlen leicht ermittelt werden. (R. Edler, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 7, S. 418.)

[1]) Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 52, S. 65.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Streuungserscheinungen bei Ringstromwandlern. — A. H. M. Arnold berichtet über erstaunlich hohe Fehler an Ringstromwandlern mit Nickeleisenkernen für primäre Nennströme von 20 000 und 10 000 A. Während die Sekundärwindungen gleichmäßig über den Ringkern verteilt waren, umfaßte die Primärwindung nur einen kleinen Teil des Ringumfanges in einer engen Schleife. Der infolgedessen in das Eisen tretende Streufluß rief starke Übersetzungsfehler hervor, die bei einem primären Teilstrom von 2000 A anfingen sich bemerkbar zu machen und bei Nennstrom Werte von 67 % (20 000 A) bzw. 35 % (10 000 A) erreichten. Diese Fehler verschwanden vollständig, wenn die Primärwindung gleichmäßig auf den Umfang des Ringkernes verteilt oder statt dessen der Ringkern durch einen kräftigen Kupfermantel allseitig abgeschirmt wurde. Die Wandstärke des Kupfermantels betrug 16 mm beim 20 000 A-Wandler und 9,5 mm beim 10 000 A-Wandler. Lediglich im Fehlwinkel zeigten sich nach Anbringung des Kupfermantels noch kleine Abweichungen, die jedoch höchstens 0,2 min betrugen. (A. H. M. Arnold, J. Instn. electr. Engr. Bd. 74, S. 413.)

R. K.

Mechanisiertes Abgleichverfahren für Wechselstrom-Meßbrücken bei Verwendung phasenabhängiger Nullindikatoren. — Nach einleitender Bemerkung über den allgemeinen Vorteil einer guten Abgleichkonvergenz bei Wechselstrom-Brückenverfahren und über den besonderen praktischen Nutzen für technische Meßbrücken, wenn die Größenordnung des Meßobjektes unbekannt ist, werden die Eigenschaften und Anwendung des phasenabhängigen Nullindikators — eines fremderregten Dynamomotors oder Gleichstrominstrumentes in Verbindung mit Schwingkontaktgleichrichtern — behandelt. Ausgehend vom grundlegenden Zusammenhang zwischen der Phaseneinstellung des Nullindikators und der Meßempfindlichkeit, wird das typische Abgleichverfahren an einer einfachen Kompensationsschaltung mit den beiden möglichen Formen in der komplexen Ebene dargestellt und der gemeinsame Zusammenhang zwischen Ausschlagsinn des Nullindikators und Änderungsinn zweier Abgleichelemente gezeigt. Weiterhin wird die Grundgleichung für das Konvergenzmaß abgeleitet, woraus sich die zweckmäßigste Phaseneinstellung des Nullindikators ergibt, die gleichzeitig beste Abgleichkonvergenz und höchste Meßempfindlichkeit gewährleistet. Ein Vergleich zeigt die großen praktischen Vorteile des phasenabhängigen Indikators gegenüber dem phasenunabhängigen Indikator. Nach einer Betrachtung der Wheatstoneschen Meßbrücke bezüglich der von der Art des Nullindikators unabhängigen und nur vom Aufbau bedingten Konvergenzgüte wird zunächst die Möglichkeit der rechnerischen und probeweisen Ermittlung der konvergenzgerechten Phaseneinstellung gezeigt und dann auch ein meßtechnisches Einstellverfahren mit Hilfe des Indikators selbst für seine Abgleichphasen nach einem Bezugsvektor angegeben, der als Zweigstrom oder -spannung je nach dem Meßbrückentyp gewählt werden kann. Damit läßt sich für einmal festgelegte Meßbereiche der Abgleichvorgang derart mechanisieren, daß jeder Ausschlagsrichtung des Nullindikators immer der gleiche, notwendige Änderungsinn der Abgleichgrößen zugeordnet ist, und ein konvergenter Abgleich auf dem schnellsten Wege selbsttätig erreicht wird. (H. Poleck, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 8, S. 492.)

Digitized by Google

Beleuchtung.

Leuchten für Quecksilber-Hochdruckröhren in waagerechter Brennlage. — Im Gegensatz zu den Quecksilber-Niederdruckröhren, die in jeder Lage gebrannt werden können, dürfen Quecksilber-Hochdruckröhren im allgemeinen nur in senkrechter Brennlage benutzt werden. Werden sie in waagerechter Stellung gebrannt, so legt sich der Lichtbogen an die obere Glaswand an und erhitzt sie so stark, daß das Glas weich wird bzw. schmilzt. In vielen Fällen wäre jedoch eine waagerechte Brennlage der Lampen sehr erwünscht, so z. B. insbesondere zur Straßenbeleuchtung. Es sind daher verschiedene Verfahren versucht worden, um das Ausbiegen des Lichtbogens nach oben und die dadurch bedingte schädliche Überhitzung des Glases zu verhindern. Eine kürzlich entwickelte Leuchte ermöglicht es nun, Quecksilber-Hochdruckröhren in waagerechter Brennlage zu benutzen. (In Deutschland werden jedoch schon Quecksilber-Hochdruckröhren hergestellt, die auch ohne besondere Zusatzapparate in waagerechter Brennlage benutzt werden können. D. Ber.) Über der Röhre sind zwei Elektromagnete angebracht. Das entstehende magnetische Feld bewirkt, daß der Lichtbogen in der Mitte des Rohres läuft. Brenndauerversuche mit waagerecht gebrannten Lampen in diesen Leuchten haben keinen Unterschied in der Lichtausbeute und Lichtabnahme gegenüber senkrecht gebrannten ergeben. Über die erreichten Lebensdauern wird leider nichts mitgeteilt. (R. Maxted u. L. J. Davies, Electr. Rev., Lond., Bd. 115, S. 111.) *M. W.*

Installation.

Installation von Beleuchtungsanlagen. — H. Laurick gab auf der Gausitzung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft vom 18. X. 1934 einen Überblick über das Thema „Betriebsichere und neuzeitliche Installation von Beleuchtungsanlagen". Der Vortragende zeigte an Beispielen das für die Lichtinstallation verwendete Material, seine Verlegung und die im Hinblick auf die Betriebsicherheit zu empfehlenden Schutzmaßnahmen und Schaltungen. Da im Bereich des Berliner Verteilungsnetzes mit sehr hohen Kurzschlußströmen gerechnet werden muß, ist der Kurzschlußfestigkeit der gesamten Anlage die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Als Sicherung hat sich die bereits seit vielen Jahren eingeführte Diazed-Sicherung sehr gut bewährt. Daneben werden in zunehmendem Maße Installationsselbstschalter verwendet, die heute bereits gut durchkonstruiert sind. Ein bei Sicherungen vielfach beobachteter Übelstand ist das Ansprechen stärker bemessener Sicherungen vor dem Ausfall der schwächeren. Zur Bearbeitung dieser Fragen ist eine VDE-Kommission eingesetzt worden, die Richtlinien für die Kennlinien der Sicherungen ausarbeitet. Eine gewisse Trägheit der Sicherung ist mit Rücksicht auf gute Ausnutzung des Leitungsquerschnittes (Einschaltstromstöße) wünschenswert.

Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Frage des Berührungschutzes, besonders in gefährdeten Betrieben, wie z. B. Schlächtereien, Molkereien, landwirtschaftlichen und chemischen Betrieben. Schalter sind außer Reichweite von Wasserhähnen anzuordnen. Metallteile, die bei Körperschluß spannungführend werden können, sind zu erden. Bei Benutzung von Wasserleitungen als Erde muß der Wassermesser durch ein Kupferseil überbrückt werden. Das von den Firmen angebotene Leitungsmaterial entspricht bereits weitgehend den Anforderungen des VDE. Rohrdraht wird jetzt auch mit geripptem Mantel hergestellt, dieses Material kann bequem von Hand gebogen werden. Für feuchte Räume wird an Stelle des früher verwendeten Gummirohrs Bleikabel empfohlen.

Besondere Schutzmaßnahmen erfordern die in der Reklamebeleuchtung viel verwendeten Leuchtröhrenanlagen. Der Schutzkasten für den Transformator muß an seiner Tür einen Ausschalter besitzen, der den Transformator beim Öffnen der Tür niederspannungseitig abschaltet. Die Metallteile der Leuchtröhren-Buchstaben sind durch eine Erdleitung miteinander zu verbinden. Bei Transformatoren mit mehreren Anzapfungen ist die Niederspannungseite an den ihrer Spannung entsprechenden Klemmen anzuschließen, um zu vermeiden, daß auf der Hochspannungseite zu hohe Spannungen auftreten und die Leitungen durchschlagen. Zur Abhilfe gegen Überspannungen, die durch Resonanzerscheinungen infolge der Leitungskapazität hervorgerufen werden können[1]), soll der Versuch gemacht werden, die Anlagen mit Gleichstrom zu betreiben. Am Schluß gab der Vortragende einen Einblick in das Arbeitsbeschaffungsprogramm der BEWAG für Lichtwerbeanlagen, das durch besonders günstige Strompreise und Zahlungsbedingungen einen Anreiz für die Errichtung neuer Anlagen in den bevorstehenden Wintermonaten geben soll. (H. Laurick, Vortrag Dtsch. Lichttechn. Ges. am 18. X. 1934.) *Frh.*

[1]) Vgl. ETZ 1934, S. 361

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrischer Sandstreuer für Schienenfahrzeuge. — Gegenüber der Ausflußöffnung des trichterförmigen Sandgefäßes befindet sich in geringem Abstand ein Teller derart, daß der sich hierüber bildende Sandstaukegel selbst den Abschluß bewirkt. Der Teller ist mittels einer Stößelstange im Innern des Gefäßes an einer Membran befestigt. Durch einen Magneten mit Selbstunterbrechung, dessen Anker gegen die Membran hämmert, kann diese Membran und damit der Teller in Schwingungen versetzt werden, wodurch dann der Sand ausfließt. Die Schwingungen übertragen sich zugleich auch auf die Gefäßwände und lockern so den Sand. Elektrische Heizung zur Trockenhaltung des Sandes kann eingebaut werden. Der Sandstreuer hat sich bereits bei verschiedenen Straßenbahnen und Kränen, deren Laufkatze im Freien läuft, gut bewährt. (Demag-Nachr. 1933, Nr. 3, B 40.) *Bw.*

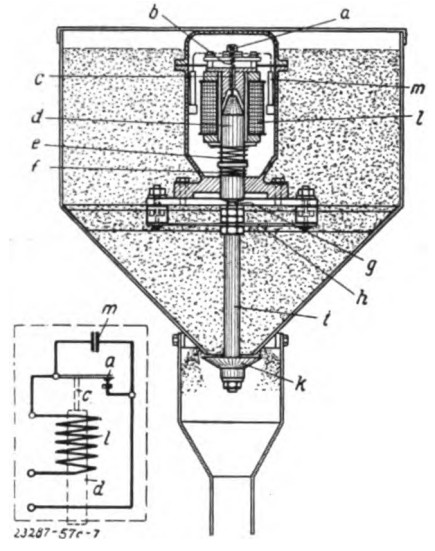


Abb. 3. Demag-Sandstreuer mit Schaltskizze.

Bergbau und Hütte.

Hochfrequenz-Schmelzöfen von je 4 t festem Einsatz. — Die AEG hatte Mitte 1933 bei der Fried. Krupp AG., Essen, 2 Hochfrequenz-Schmelzöfen mit einer Leistung von je 4 t festem Einsatz in Betrieb gesetzt, die abwechselnd von einem Hochfrequenzgenerator mit einer Leistung von 1400 kW bei 3000 V und 600 Hz gespeist werden. Jeder Hochfrequenzofen besteht bekanntlich aus dem gestampften oder gefritteten Tiegel, der von der Ofenspule umgeben ist. Zur Aufnahme von Tiegel und Spule dient der Ofenkörper. Die beiden Öfen unterscheiden sich von den bisherigen Konstruktionen in erster Linie durch ihren äußeren Aufbau. Anstatt der aus Profileisen zusammengesetzten Tragkonstruktion ist hier die runde Bauform infolge ihrer großen Festigkeit gewählt worden. Diese Konstruktion war nur durch Abschirmung der von der Ofenspule ausgehenden Streufelder möglich. Die Entfernung des Abschirmzylinders von der Ofenspule und seine Stärke wurden auf Grund eingehender Untersuchungen festgelegt. Die im Betrieb erzielten Resultate haben die Richtigkeit der gewählten Abmessungen bestätigt. Es ist klar erwiesen, daß die Verluste in der Tragkonstruktion bei dieser Ofenbauform gegenüber allen anderen Ausführungen einen sehr geringen Wert darstellen.

Die Ofenspule sitzt konzentrisch in dem äußeren zylinderförmigen Ofengestell und ist durch Radialversteifungen gegen dieses in einfachster Weise abgestützt. Mit Rücksicht auf die Betriebsicherheit wurde die einfache wassergekühlte Rohrspule gewählt, die sich bei allen bisher von der AEG ausgeführten Anlagen am besten be-

Digitized by Google

währt hat. Die Wasserzuführung erfolgt an mehreren Stellen derart, daß die Spule stets auch bei gedrosseltem Druck mit Wasser gefüllt ist. Die Kondensatorenbatterie deckt den ganzen Blindstrombedarf von etwa 6000 A, so daß der Stromerzeuger von jedem Blindstrom entlastet ist. Da die räumlichen Verhältnisse keine Sicherheit für die einwandfreie Abführung der Verlustwärme durch Eigenbelüftung boten, wurden die Kondensatoren mit Wasserkühlung versehen. Die Zuführung genügender Wassermengen bei in Betrieb befindlicher Anlage ist durch besondere Maßnahmen gewährleistet.

Der Stromerzeuger arbeitet nach dem Wechselpolprinzip und ähnelt in seinem Aufbau den Stromerzeugern normaler Frequenz. Der Aufstellungsraum bedingte, wie bei der Kondensatorenanlage, eine besondere Belüftung des Umformersatzes durch einen getrennt aufgestellten elektrisch betriebenen Lüfter. Zwecks feinstufiger Regelung der Leistungszufuhr erhielt die Haupterregermaschine noch eine Hilfserregermaschine, wodurch der Magnetregler mit seinen unvermeidlichen Verlusten in Fortfall kommen konnte. Die Einstellung des Leistungsfaktors, d. h. die Regelung der Blindstromzufuhr, erfolgt durch Zu- und Abschalten von Kondensatoreinheiten. Aus diesem Grunde wurde die Kondensatorenbatterie unterteilt in einen fest mit der Ofenspule verbundenen Teil und einen in mehreren Stufen regelbaren Teil.

Die Aufstellung der Öfen erfolgte in der Weise, daß die Ofenoberkante bündig mit dem Hüttenflur abschließt. Das dicht an den Ofen herangebrachte Beschickungsmaterial kann auf diese Weise mit Leichtigkeit in den Ofen hinabgelassen werden, wodurch die Zustellung sehr geschont wird. Es steht auch nichts im Wege, sich später für die Beschickung dieser Öfen des Korbchargierens zu bedienen, wie es auch bei den Lichtbogen-Elektrostahlöfen teilweise eingeführt ist. Besondere Sorgfalt wurde auf die Verlegung der Schienen gelegt, die bei den in Frage kommenden Periodenzahlen stark unterteilt sind, um die Erwärmung in tragbaren Grenzen zu halten. Bemerkenswert dürfte noch der mit punktförmigen Kontakten versehene Ofentrennschalter sein, der in dieser Form wohl erstmalig für derartige Anlagen zur Verwendung gelangte. Dieser Schalter hat gegenüber den normalen Schaltern mit Schleifkontakten den unbedingten Vorzug infolge seiner größeren Unempfindlichkeit gegen Verschmutzung. Die Erwartungen, die auf diese Schalterkonstruktion gesetzt wurden, haben sich voll erfüllt. (AEG-Mitt. 1934, S. 33.) *Bnn.*

Fernmeldetechnik.

Zugtelephonie. — In General Electric Review wird eine Übertragungseinrichtung für fernmündliche Mitteilungen zwischen Anfang und Ende eines Zuges, zwischen Zügen untereinander und zwischen Zug und

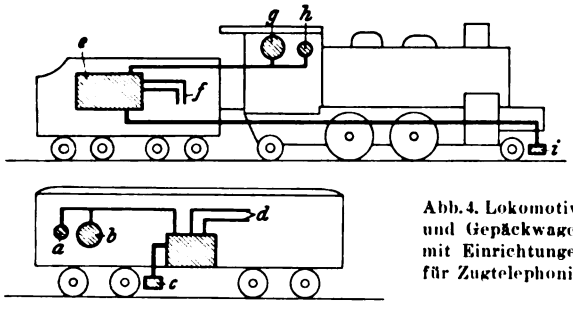


Abb. 4. Lokomotive und Gepäckwagen mit Einrichtungen für Zugtelephonie.

a Mikrophon
b Lautsprecher
c Übertragerspulen
d 32 V Gleichstrom
e Übertragersatz
f 32 V Gleichstrom
g Lautsprecher
h Mikrophon

Strecke beschrieben. Die erste praktische Ausführung wurde an einem langen Güterzug gemacht. Die Übertragung geschieht in bekannter Weise mittels Induktionsspulen, die in geringem Abstand von den Schienen angeordnet sind. Die Sender- und Empfangsätze sind auf der Lokomotive und in dem Zugführerraum des Gepäckwagens untergebracht (Abb. 4). Die Induktionsspulen sind so geschaltet, daß Wechselstromschwingungen in beiden Schienen gleichzeitig, und zwar in gleicher Richtung, induziert werden. Neben dem Gleis läuft eine Drahtleitung, die in Zwischenräumen von etwa 300 m mit den Schienen durch Kondensatoren verbunden ist (Abb. 5). Durch die Anlage soll eine wirksame Übertragung über verhältnismäßig lange Strecken möglich sein. Innerhalb dieser Strecke können die Mitteilungen von den Schienen an einer beliebigen Stelle durch einen anderen Satz von Induktionsspulen aufgenommen werden. Wenn die Sender- und Empfangsanlage an einem bestimmten Streckenpunkt mit der Parallelleiteranordnung verbunden ist, so kann man von dieser Stelle aus auch Verbindungen mit einem anderen Zug herstellen. Als Streckenleitungen können auch Telegraphen-, Signal- oder Fernsprechleitungen benutzt werden, ohne daß deren eigentlicher Betrieb hierdurch gestört wird. Der Sender enthält 3, der Empfänger 5 Röhren. Der Empfang auf dem Führerstand bzw. im Gepäckwagen geschieht mit-

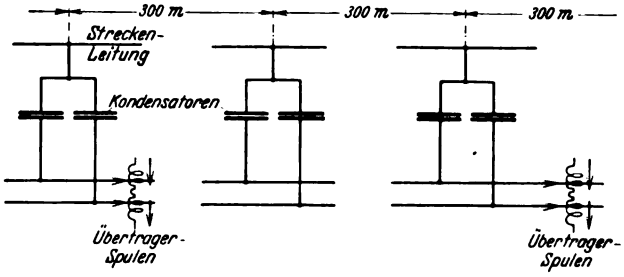


Abb. 5. Schaltung der Kondensatoren längs der Strecke.

tels Lautsprecher. Die verwendete Wechselstromfrequenz hat 65 000 Hz. Es wird berichtet, daß auf Strecken, die gut instand gehalten sind, eine Verbindung über eine Entfernung von 8 km möglich ist. Der Sender liefert etwa 10 W zur Erregung der Induktionsspulen. Es können indessen Signale auch noch bei weniger als 1 W hinreichend gut empfangen werden. Zur selbsttätigen Regelung der Signalstärke ist eine besondere Einrichtung vorhanden. Der gesamte erforderliche Leistungsbedarf beträgt 160 W bei einer Spannung von 32 V. Er wird dem Generator für die Lokomotivbeleuchtung oder der Zugbeeinflussung oder einer Batterie entnommen, die in dem Zugführerraum untergebracht ist. Das Gesamtgewicht der Einrichtung beträgt 225 kg für den Satz, wobei das Gewicht der Batterie nicht mit eingerechnet ist. (J. Liston, Gen. electr. Rev. Bd. 37, S. 11.) *Kmr.*

Der Rundfunk in Polen. — Wie das „Posener Tageblatt" berichtet, hat sich das polnische Postministerium in letzter Zeit mit einer verstärkten Propaganda für die Verbreitung des Rundfunks eingesetzt, da die Zahl der Hörer noch sehr gering ist. Am 1. I. 1934 wurden in ganz Polen nur 311 200 Hörer gezählt, so daß auf 1000 Einwohner nur 9 Hörer entfielen. (Auf Deutschland kamen zum gleichen Zeitpunkt 90 Hörer auf 1000 Einwohner.) Gegen das Vorjahr liegt eine Zunahme der Hörer um 10 % vor. Im Jahre 1934 ist eine weitere nicht unerhebliche Verbesserung eingetreten, was auch aus den folgenden Erzeugungs- und Absatzzahlen hervorgeht.

	9 Monate 1933		9 Monate 1934	
	Erzeugung	Absatz	Erzeugung	Absatz
	Stück		Stück	
Detektorengeräte	12 000	16 000	12 000	14 000
Netzanschlußgeräte . . .	7 000	8 000	15 000	12 000
Kondensatoren	142 000	324 000	359 000	347 000
Transformatoren	24 000	23 000	42 000	43 000

Die wegen ihrer Billigkeit bisher in Polen bevorzugten Detektorgeräte werden immer mehr durch Netzanschlußgeräte verdrängt. Auch die Einfuhr ist in den ersten 9 Monaten vorigen Jahres gestiegen. Zur Zeit werden im Auftrage des Postministeriums Versuche zur Herstellung eines Volksempfängers gemacht, der der verstärkten Ausbreitung des Rundfunks dienen soll[1]). *wt.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Neue magnetische Effekte bei Eintritt der Supraleitfähigkeit. — Bei Abkühlung eines Supraleiters bis zur „Sprungtemperatur" verschwindet sein elektrischer Widerstand sprunghaft restlos, so daß z. B. ein einmal erregter Strom in einem geschlossenen Supraleiter stundenlang fließt. Man kennt viele Werkstoffe, die supraleitend werden. Der höchste bisher bekannte Sprungpunkt liegt bei etwa 12 ° K. Es war bekannt, daß die Sprungtemperatur durch ein Magnetfeld erniedrigt wird. Ein-

[1]) ETZ 1934, S. 1212.

Digitized by Google

zelne Stoffe vertragen aber bis zu 20 000 Gauß bei etwa 2 °K. Es bestand jedoch die Anschauung, daß sich die Permeabilität μ nicht wesentlich beim Durchschreiten eines Sprungpunktes ändert, daß also im Supraleiter die Induktion $\mathfrak{B} = \mu\mathfrak{H}$ stet bleibt. Dann würde sich auch die Magnetfeldverteilung in der Umgebung des Supraleiters am Sprungpunkt nicht ändern. Im Gegensatz hierzu wurde nun gefunden, daß der Supraleiter am Sprungpunkt einen veränderten magnetischen Zustand annimmt, wie W. Meißner, München, in einem Vortrage auf der Hauptversammlung des Deutschen Kälte-Vereins in Berlin am 25. V. 1934 unter Bekanntgabe von Meßergebnissen darlegte. Die Versuche wurden folgendermaßen angestellt: Ein zylindrischer Supraleiter befand sich in einem senkrecht zu seiner Achse gerichteten Magnetfeld und wurde oberhalb des Sprungpunktes von den Kraftlinien ungehindert durchdrungen. Der Leiter wurde dann bis unter den Sprungpunkt abgekühlt, und nun zeigten sich die Kraftlinien stark vom Leiter abgelenkt, so daß sie an diesem Ausbauchungen aufwiesen. Als Supraleiter diente ein 10 mm starker Sn-Einkristall; die Kristalleigenschaften haben, wie sich zeigte, nur einen kleinen Einfluß auf μ. In der äußeren Umgebung ist die Magnetfeldverteilung nahezu so, als ob $\mu = 0$ würde. Beim Bewegen einer Prüfspule um den Leiter herum wurde festgestellt, daß das Feld an verschiedenen Stellen verschiedene Intensität und Richtung hat. Der Magnetfluß durch die Spule steigt stellenweise bis zu dem 1,7fachen Betrag des Flusses oberhalb des Sprungpunktes. Die Suszeptibilität $\varkappa = \frac{\mu - 1}{4\pi}$ springt ebenso stark wie die elektrische Leitfähigkeit. Der Kristall wurde für weitere Zwecke mit einer 6 mm weiten Bohrung durch seine Achse versehen und auch im Innern der Bohrung das Magnetfeld untersucht. Richtung und Größe des Magnetfeldes ändern sich auch im Innern am Sprungpunkt. Die Intensität steigt beim Durchschreiten des Sprungpunktes um 10 % über die im homogenen Feld. Aber die Kraftlinien treten in den Supraleiter ein, so daß für die Vorgänge im Innern nicht überall $\mu = 0$ gesetzt werden kann. Beim Ausschalten des Feldes bleibt ein remanentes Feld bestehen. Beim Wiedereinschalten des Feldes wird nicht das gleiche Feld wie beim ersten Einschalten, sondern ein etwas kleineres Feld erhalten. Das Feld im Innern wird damit erklärt, daß in der Bohrung magnetische Energie zurückgehalten wird, die wegen des umgebenden Supraleiters weder heraus kann noch vernichtet werden kann. Man kommt also mit der Vorstellung $\mu = 0$ nicht aus. Zur völligen Klärung der neuen magnetischen Effekte beim Eintritt der Supraleitfähigkeit wird man die Vorgänge im Supraleiter im einzelnen verfolgen müssen. Für die Erscheinungen ist es übrigens gleichgültig, ob man den Kristall von innen oder außen her abkühlt.

Die Versuche wurden auch mit polykristallinem Blei gemacht. Hier zeigt sich auch außen größere Remanenz. Der in der Prüfspule gemessene Fluß zwischen zwei parallelen Bleidrähten stieg beim Durchschreiten des Sprungpunktes bis auf das 1,77fache. Läßt man das äußere Magnetfeld fort und schickt einen Strom durch die Bleidrähte, so ändert auch dieser am Sprungpunkt seine Verteilung, da er der Veränderung seines eigenen Magnetfeldes folgen muß. Auch beim Einschalten des Stromes im supraleitenden Zustand wurden die bisherigen Vorstellungen nicht bestätigt. Die Verhältnisse liegen verwickelter. Schließlich wies Meißner noch auf einen von ihm beobachteten Effekt hin, der darin besteht, daß sich beim Senken der Temperatur bis unter den Sprungpunkt und Wiederhochgehen der Temperatur nicht dieselben Sprungkurven des Widerstandes ergeben, falls man den Strom nicht unterbricht, sondern Kurven von der Gestalt einer Hysteresisschleife. Auch dies läßt sich durch die veränderte Stromverteilung erklären. (W. Meißner, Vortrag im Kälte-Verein, Berlin 1934.) *Pge.*

Gegeninduktivität von zwei kreisförmigen Stromkreisen in beliebiger gegenseitiger Lage. — Durch Anwendung der Neumannschen Formel und nach durch Reihenentwicklungen durchgeführter Integration wird für die Gegeninduktivität M solcher Stromkreise der Ausdruck $M = 2\pi^2 \sqrt{2 R r}\, k^3 \Sigma A_\nu k^{2\nu-2}$ gewonnen. Dabei ist $k^2 = 2Rr/q^2$; $q^2 = a^2 + v_1^2 + v_2^2 + 2 v_1 v_2 \cos\Theta + R^2 + r^2$; R und r sind die Kreishalbmesser, a der kürzeste Abstand der zu den Kreisebenen senkrechten Achsen beider Kreise, v_1 und v_2 die Längen dieser Achsen vom Kreismittelpunkt bis zum Schnittpunkt mit a, Θ der Winkel zwischen den Achsen. Für die Koeffizienten A_ν sind zwei geschlossene Ausdrücke entwickelt, die ihre Berechnung für beliebige ν gestatten. Die ersten von ihnen sind: $A_1 = \frac{1}{4}\cos\Theta$, $A_2 = \frac{3}{16}(\alpha_1\alpha_2\cos\Theta + \gamma_1\gamma_2)$, $A_3 = \frac{15}{128}\cos\Theta \times\left[\frac{1}{2}(1+\cos\Theta) + 2(\alpha_1^2+\alpha_2^2+\gamma_1^2+\gamma_2^2)\right]$ mit $\alpha_1 = -a/R$, $\alpha_2 = a/r$, $\gamma_1 = v_1 \sin\Theta/R$, $\gamma_2 = v_2 \sin\Theta/r$. Es wird gezeigt, daß für Sonderfälle der gegenseitigen Lage, die eine entsprechende Verminderung der Anzahl der Konstanten mit sich bringen, aus dieser allgemein gültigen Formel alle anderen teilweise bekannten Formeln für Kreise in einer besonderen Lage, also z. B. für parallele oder koaxiale Kreise, erhalten werden können. (J. Hak, Onde Electr. Bd. 13, S. 19.) *Sb.*

Hochspannungstechnik.

Gasentladung bei Nieder- und Hochfrequenz-Koronaanfangspannung. — Durch frühere Messungen[1]) hatte der Verfasser feststellen können, daß bei ungedämpften hochfrequenten Spannungen im Gegensatz zu niederfrequenten Spannungen die Durchschlagwerte an Kugelelektroden verschiedener Durchmesser von einer bestimmten von der Frequenz abhängigen Schlagweite 20 % tiefer liegen. Dieses Verhalten führt zu der Frage nach der Abhängigkeit der Glimmanfangspannung von der Frequenz, ob sie ebenso erniedrigt wird wie die Durchschlagspannung. Zu diesem Zweck wurden an dünnen Drähten in koaxialen Zylinderflächen bei Frequenz 50, 500 Hz und bei Hochfrequenzen 119, 123, 305, 412, 800, 1400, 1620 kHz Messungen der Koronaanfangspannung durchgeführt. Ergebnis: Die Anfangspannung liegt bei Hochfrequenz nur unwesentlich tiefer als bei Niederfrequenz; die durchschnittliche Erniedrigung beträgt 5,5 %. Da man bei Hochfrequenzspannungen (Teslaversuchen) ein so starkes Sprühen wahrnehmen kann, wie es bei gleich hoher Spannung bei Niederfrequenz nicht erreichbar ist, die Anfangspannung aber bei allen Frequenzen fast identisch ist, kann nur eine mit der Frequenz vergrößerte Leistung dieses starke Sprühen bei Hochfrequenz erklären. Die Messung der Sprühleistung bei den verschiedenen Frequenzen bestätigte die Annahme. Bei Hochfrequenz war sie um mehrere Zehnerpotenzen größer als bei Niederfrequenz, und zwar so, daß sie durch das Peeksche Gesetz bestimmt werden kann, das die Sprühverluste als lineare Funktion der Frequenz ansetzt. (F. Miseré, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 7, S. 411.)

Bemerkungen zum Durchschlag flüssiger Isolierstoffe. — Die Arbeit befaßt sich mit einer Erweiterung der Gyemantschen Theorie des Durchschlags flüssiger und plastischer Isolierstoffe[2]). Nach dieser Theorie ist die Streckung eines kleinen Gasbläschens an einer Elektrode, die unter dem Einfluß des elektrischen Feldes auftritt, für den Durchschlag verantwortlich. Die Erweiterung gegenüber der Gyemantschen Theorie besteht darin, daß zunächst der Dampfdruck der Flüssigkeit mit in Rechnung gebracht wird. Aus der Hypothese, daß die Elektrodenladungen bei hohen Feldstärken nicht im Elektrodenmetall, sondern auf der Oberfläche der Flüssigkeit sitzen, läßt sich dann ohne weitere willkürliche Annahmen für die Feldstärke, bei der sich an den Elektroden Dampf bilden kann, ableiten:

$$E_D = 10^5 \sqrt{\frac{p - p_D}{3{,}3 \cdot \varepsilon}} \text{ V/cm}$$

[p äußerer Druck in mm Hg, p_D Dampfdruck der Flüssigkeit in mm Hg, ε Dielektrizitätskonstante (Vakuum = 1)]. Diese Feldstärke wird mit der Durchschlagfeldstärke gleichgesetzt. Die neue Formel enthält im Gegensatz zu der alten Gyemantschen Formel keine unbekannten Konstanten mehr. Bei der Ableitung wird auch nicht mehr mit einem kleinen an der Elektrode haftenden Gasbläschen operiert. Die neue Formel gibt für die Durchschlagfeldstärke die richtige Größenordnung von einigen 100 kV/cm und gibt auch die Abhängigkeit der Durchschlagfeldstärke vom Druck und von der Temperatur, wie sie von Inge und Walther an Xylol und Hexan gemessen worden sind[3]), recht gut wieder. Es wird im weiteren Verlauf der Arbeit der Einfluß der Oberflächenkräfte und der Einfluß gelöster Gase erörtert. Es wird dann gezeigt, unter welchen Voraussetzungen man auch ohne die Hypothese, daß die Elektrodenladungen auf die Flüssigkeitsoberfläche übergehen, zu ganz ähnlichen Formeln für

[1]) Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 2, S. 123 (1932).
[2]) A. Gyemant, Z. techn. Physik Bd. 9, S. 388 (1928).
[3]) Inge u. Walther, Arch. Elektrotechn. Bd. 23, S. 279 (1930).

Digitized by Google

die Durchschlagfeldstärke kommt wie oben angegeben. Der geschilderte Durchschlagmechanismus kommt nur bis zu Feldstärken von 500 ··· 1000 kV/cm in Frage. Darüber hinaus tritt aller Wahrscheinlichkeit nach ein anderer Durchschlagmechanismus an seine Stelle, und zwar ein reiner Ionisierungsmechanismus.

Zum Schluß der Arbeit werden noch einmal die Bedenken geäußert, die gegen die Auffassung bestehen, daß die Stromwärme des vor dem Durchschlag fließenden Stromes Flüssigkeitsteile verdampft und dadurch den Durchschlag hervorruft. Auch nach der vorliegenden Theorie liegt dem Durchschlag ein Verdampfungsvorgang zugrunde, aber nicht Verdampfung durch Temperaturerhöhung infolge Stromdurchgang, sondern Verdampfung infolge Herabsetzung des auf der Flüssigkeit lastenden äußeren Druckes dadurch, daß dieser Druck z. T. durch Coulombsche Kräfte aufgehoben wird. (F. Koppelmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 8, S. 519.)

Werkstatt und Baustoffe.

Eine neue tragbare Röntgeneinrichtung zur Materialuntersuchung. — Bei der Konstruktion einer ortsbeweglichen Röntgeneinrichtung für sehr hohe Spannungen, wie sie bei Werkstoffuntersuchungen nötig sind, muß vor allem unbedingte Hochspannungs- und Strahlungsicherheit angestrebt werden. Ferner müssen alle Forderungen berücksichtigt werden, die bei einer ortsbeweglichen Einrichtung selbstverständlich sind; also die Einzel-

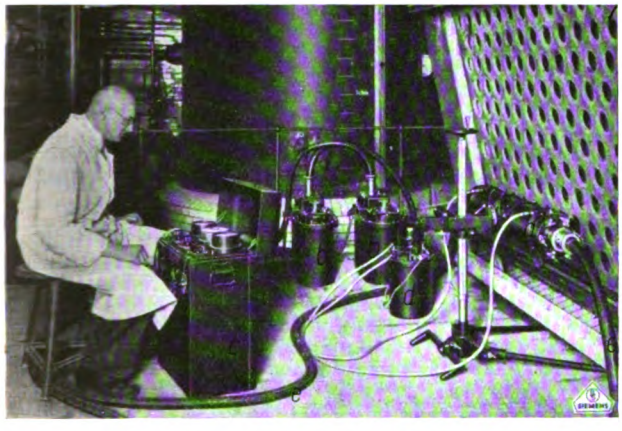
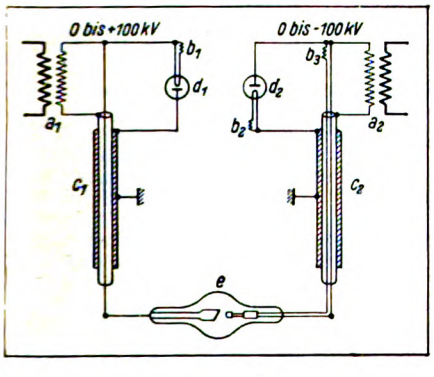


Abb. 6. Tragbare Röntgeneinrichtung für Materialuntersuchungen.

teile dürfen kein zu hohes Gewicht haben und müssen genügend widerstandsfähig sein, um die Beanspruchungen beim Transport aushalten zu können. In dieser Hinsicht ist eine neuerdings von Siemens & Halske gebaute Einrichtung für eine Spannung von 200 kV bemerkenswert. Sie besteht (Abb. 6) aus zwei Hochspannungserzeugern, der

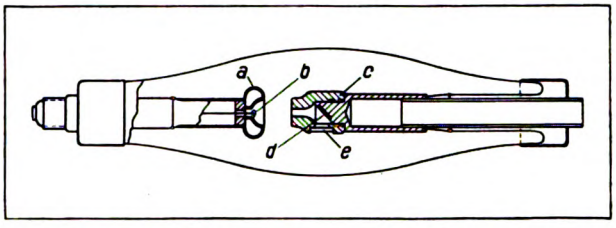


a_1, a_2 Transformatoren
b_1 b_2 Heiztransformatoren
c_1 c_2 Hochspannungskabel, gleichzeitig Kondensatoren
d_1 d_2 Ventilröhren
e Röntgenröhre

Abb. 7. Schaltung der Röntgeneinrichtung.

Röntgenröhre, einem Schalt- und Regelpult, einer Ölpumpe für die Kühlung der Röhre und den Hochspannungskabeln. Die beiden Stromerzeuger wiegen je 70 kg und enthalten außer dem Hochspannungstransformator eine Ventilröhre in einem Ölbad. Die hier benutzte, unter dem Namen Villard-Schaltung bekannte Anordnung (Abb. 7) ist dadurch bemerkenswert, daß sie es ermöglicht, mit Transformatoren der halben Spannung auszukommen. Die Hochspannungswicklung liegt in Reihe mit einem Kondensator, der hier von dem Zuführungskabel zur Röntgenröhre gebildet wird. Während der einen Halbwelle wird der Kondensator vom Transformator über eine Ventilröhre auf den Scheitelwert der Transformatorspannung aufgeladen, während der folgenden Halbwelle ist die Entladung über die Ventilröhre gesperrt. Jetzt addieren sich Kondensator- und Transformatorspannung, so daß die Kondensatorspannung das Doppelte der Transformator-Scheitelspannung beträgt. Lädt man in gleicher Weise einen zweiten Kondensator auf, so liegt an der Röntgenröhre, wenn sie mit den Kondensatoren in Reihe geschaltet

Abb. 8a. Röntgenröhre für Materialuntersuchungen.



a Kathode b Glühspirale c Kupferzylinder um die Anode
d Anode (Brennfleck) e Strahlenfenster

Abb. 8b. Schnitt durch die Röntgenröhre.

ist, die doppelte Kondensatorspannung. Die beiden Erzeugeraggregate lassen sich parallel- oder hintereinanderschalten. Sie liefern dann 100 bzw. 200 kV Maximalspannung bei einer Röhrenstromstärke von 16 bzw. 8 mA. Natürlich kann man auch mit nur einem Hochspannungserzeuger arbeiten, wenn man den einen Pol der Röhre erdet. Mit der in dieser Einrichtung erzeugten Spannung von 200 kV kann man Flußstahl bis zu einer Stärke von 80 mm bei annehmbaren Belichtungszeiten durchstrahlen. Benutzt man nur einen Hochspannungserzeuger, so kann man Eisen bis 15 mm, Kupfer bis 10 mm und Aluminium bis 100 mm durchstrahlen.

Die Länge der Kabel, die gleichzeitig als Kondensatoren dienen, konnte infolge der großen zur Verfügung stehenden Leistung so gewählt werden, daß sie unter allen Umständen ausreichen. Die Leiterschichten sind konzentrisch angeordnet. Die äußerste Leiterschicht ist durch starke Isolierung geschützt und außerdem noch geerdet, so daß auch bei Beschädigungen der Isolierung keine Gefahr für die Bedienung besteht. Der Erdungschutz umschließt auch alle anderen Teile, wobei entsprechend ausgebildete Endverschlüsse für eine sichere Verbindung sorgen. Die Röntgenröhre befindet sich in einem mit Blei ausgeschlagenen, ölgefüllten Behälter, dessen Ölinhalt durch eine kleine Pumpe ständig gekühlt wird. Die Röhre selbst ist eine Sonderausführung (Abb. 8a und b), die durch den sogen. inneren Strahlenschutz gekennzeichnet ist. Die Anode ist nämlich von einem starkwandigen Kupferzylinder umgeben, der nur an einer Seite ein durch eine Berylliumfolie verschlossenes Strahlenaustrittsfenster hat. Das Stativ ist zerlegbar, so daß es ebenso wie die Röhre durch ein Mannloch ins Innere eines Kessels zu bringen ist. Der Schaltkasten enthält auch den Regeltransformator, der die Spannung der Röhre sehr feinstufig zu regeln gestattet. Primärseitig kann die Einrichtung an jede Netzspannung von 70 ··· 380 V angeschlossen werden.

Jkl.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Landwirtschafts- und Industrie-Ausstellung Kairo 1935/1936[1]. — Die Ende des Jahres 1935 oder Anfang Januar 1936 geplante Ackerbau- und Industrieausstellung wird in derselben Weise und in dem gleichen Umfang stattfinden wie die letzte Ausstellung der gleichen

[1] Nach Mitteilung des „Ausstellungs- und Messedienstes".

Digitized by Google

Art, die vom 15. II. bis 15. III. 1931 auf dem Ausstellungsgelände der „Société d'Agriculture" abgehalten worden war.

Zur Zeit schweben Verhandlungen über eine Zusammenfassung der deutschen Aussteller in einem nationalen Pavillon. Interessierte Firmen wollen sich dieserhalb mit dem Ausstellungs- und Messeausschuß der Deutschen Wirtschaft (Berlin W 35, Tirpitzufer 56) in Verbindung setzen.

Ausstellung von Yokohama 1935[1]. — Diese „Ausstellung zur Erinnerung an den Wiederaufbau Yokohamas nach der Erdbebenkatastrophe" wird von der Stadtverwaltung veranstaltet. Sie soll vom 26. III. bis 24. V. 1935 stattfinden.

Energiewirtschaft.

Das Lastenheft für den Bau eines ländlichen Verteilungsnetzes in Frankreich. — Die erste Gruppe der allgemeinen Bestimmungen und Bedingungen ist obligatorisch, durch Gesetze, Dekrete, ministerielle Erlasse usw. vorgeschrieben und je nachdem durch Sonderverfügungen des Service du Contrôle des Distributions d'Énergie électrique vervollständigt. Die zweite hat vorbeugenden Charakter; sie soll das Entstehen von Streitigkeiten infolge abweichender Auslegung der verschiedenen Forderungen einschränken und stützt sich auf mustergültige Lastenhefte des Staates für öffentliche Arbeiten. Zur dritten Gruppe zählen die technischen Vorschriften sowie die Bedingungen für Lieferung und Abnahme des Materials. Da diese sich auf die Vorschriften der maßgebenden Verbände, so der Union des Syndicats de l'Électricité bzw. der Associations de Propriétaires d'Appareils à Vapeur, beziehen, bieten sie eine hinreichende Sicherheit, zugleich aber werden weitschweifige, unvollständige, bisweilen auch unrichtige Einzelaufführungen vermieden. Ein eingehendes Verzeichnis der Arbeiten ermöglicht es dem Unternehmer, annähernd den Wert seiner Anschaffungen zu berechnen, während man ihm in den auf die Ausführung des Baus bezüglichen Sonderbestimmungen z. B. die Verwendung einer bestimmten Apparatur vorschreiben, anderseits aber auch die Wahl seiner Lieferanten überlassen kann. Angaben hinsichtlich in Aussicht genommener Abnahmeversuche dürfen nicht fehlen. Wenn über die Bestandteile (constituants) des Netzes im Lastenheft nichts Näheres gesagt wird, muß bemerkt werden, daß das Bureau d'études die bezüglichen Unterlagen liefert. In demselben Kapitel sind alle technischen Anweisungen zusammenzufassen, wobei die Anordnung mancher Paragraphen natürlich sehr von örtlichen Verhältnissen abhängt.

Im einzelnen legt der Verfasser zunächst besonderen Wert auf die Festlegung der für den technischen Teil zuzugestehenden Toleranzen, auf die die obligatorischen Bestimmungen verständlicherweise keine Rücksicht nehmen können, die aber unter dem Vorbehalt, daß die Widerstandsfähigkeit des Baus stets den Vorschriften der Verwaltung genügt, in den Sonderbestimmungen vorgesehen werden müssen, damit der Unternehmer nicht durch zu strenge Forderungen an der Ausführung seiner Arbeit gehindert wird. Sodann sollte der Auftraggeber sich in dem Lastenheft die Möglichkeit freihalten, mit den geringsten Kosten die Menge der zu verteilenden Energie zu steigern. Auf die Vorschläge des Verfassers zur Normalisierung der Bauarbeiten, Wahl der Leiterquerschnitte usw. kann hier ebensowenig eingegangen werden wie auf seine Bemerkungen bezüglich der Kennzeichnung von Masten und Einzelapparaten nach Gruppennummer, Stromart, Leistung usw.[2]).

Damit die verschiedenen Arbeiten im Zusammenhang und ohne daß der Unternehmer zu gewissen Zeiten ihren Rhythmus zu beschleunigen und dadurch ihre Güte zu gefährden braucht, fortschreiten, empfiehlt es sich, nicht nur für die Gesamtausführung, sondern auch für die normale und endgültige Vollendung der Teile hinreichend lange Fristen festzulegen und dem Vorbereitungsdienst einen gewissen Spielraum für das Ingangsetzen der Arbeiten zu lassen. Zu dem Zweck bedarf es, wie schon angedeutet, einer Zerlegung der Arbeitswege in einzelne, sich ohne Unterbrechung folgende Abschnitte, z. B. in das Trassieren, das Setzen der Masten usw. Sind dann die verschiedenen Fristen, und zwar auch solche, die unvorhergesehenen Ereignissen, Witterungsunbilden, Widerständen auf seiten der Anwohner, nachträglich notwendig werdenden Erhebungen u. a. m. Rechnung tragen, in Einklang gebracht, so kann man darangehen, bestimmte Netzteile, die sich unabhängig von den übrigen in Betrieb nehmen lassen, zu bauen. Die provisorische Abnahme erfolgt demnächst nach Fertigstellung jedes einzelnen Abschnitts.

Eine Reihe weiterer Paragraphen befaßt sich des näheren mit der Einzelausführung des Baues, den bezüglichen Verpflichtungen des Unternehmers, der Regelung unvorhergesehener Arbeiten, mit den Garantien, die der Unternehmer hinsichtlich der Befriedigung von aus Unfällen sich ergebenden Ansprüchen zu leisten hat, sowie mit dessen Haftsumme. Weil man sich bei Regelung der Arbeiten des Unternehmers vor Augen halten muß, daß höchste Fertigung und Beschaffenheit in kürzester Zeit mit geringsten Selbstkosten erreicht werden soll und anderseits das Zeitmaß des Materialtransports wie der Arbeitsleistung erheblich von der Zahlungsfähigkeit des Unternehmers abhängt, kommt der Verfasser zu folgender Aufteilung des Gesamtvoranschlags, wobei das Leitungskupfer nicht berücksichtigt ist: Leitungsmaterial und Umspannanlagen 53 %, eigentliche Bauarbeit 24 %, auf technische Generalunkosten gehende Arbeitsleistung 7 %, allgemeine Verwaltungs- und Handelsunkosten sowie Vergütungen 16 %. Zwecks Sicherung gegen etwaige Mängel der Ausführung sollen 10 % bei allen Auszahlungen für einen Garantiefonds einbehalten werden, von dem die Hälfte dem Unternehmer nach der vorläufigen Abnahme erstattet werden kann, während er die andere Hälfte nach der Abnahme durch den Überwachungsdienst, die spätestens sechs Monate nach der vorläufigen vorzunehmen ist, zurückerhält. Mit dieser beginnt das Garantiejahr, an dessen Ende das Werk bzw. der Abschnitt endgültig abgenommen wird, wenn sämtliche Forderungen des Lastenhefts erfüllt sind. Dann muß dem Unternehmer auch der dem Wert der geleisteten Arbeit entsprechende Teil der Haftsumme wieder zufallen. (L. Melot, Rev. gén. Électr. Bd. 35, S. 620.) *fm.*

Starke Zunahme der japanischen Elektrizitätserzeugung. — Die Stromerzeugung der öffentlichen Werke Japans, die sich in den Vorkrisenjahren auf 11 bis 12 Mrd kWh jährlich belief, ist von 11 892 Mill kWh 1931 auf 15 761 Mill kWh 1932 und 17 402 Mill 1933 gestiegen. Die letztgenannte Erzeugungsziffer setzt sich gebietsmäßig folgendermaßen zusammen:

Erzeugung der öffentlichen Elektrizitätswerke Japans in Mill kWh.

Insel	Wasserkraftelektrizität	Wärmekraftelektrizität
Hondo	11 987	2056
Schikoku	330	27
Kiushu	1 808	604
Hokkaido	575	15
Insgesamt	14 700	2702

Auf die Wasserkraftanlagen entfielen somit im vergangenen Jahr 84,5 % der Gesamterzeugung.

Ende 1932 waren in Japan 850 öffentliche Elektrizitätsunternehmungen tätig, von denen 173 ausschließlich für die Energieversorgung von Bahnunternehmungen arbeiteten. Außerdem gab es 6870 betriebseigene Elektrizitätsanlagen, darunter 363 dem Staat gehörende Werke. Die installierte Leistung der öffentlichen Elektrizitätswerke belief sich auf 4 275 000 kW, wozu noch 1 736 000 kW in im Bau befindliche Anlagen kamen. Auf die betriebseigenen Anlagen entfielen 658 000 kW, außerdem noch 130 000 kW auf im Bau befindliche Werke. Insgesamt verfügten somit Ende 1932 die öffentlichen und betriebseigenen Elektrizitätswerke Japans über eine installierte Leistung von 6 799 000 kW, wovon 4 532 000 kW mit Wasserkraft, 2 198 000 kW mit Dampfkraft und 68 000 kW mit Öl betrieben wurden.

Der in Japan zur Verfügung stehende Wasserkraftvorrat — es handelt sich insgesamt um 2822 ausbauwürdige Vorkommen — hat bei Niedrigwasser eine Gesamtleistung von 6,42 Mill PS, während bei hohem Wasserstand während der Dauer von 6 Monaten die Leistung auf 14,09 Mill PS geschätzt wird.

Im Auftrag der Regierung hat kürzlich der japanische Kraftwerkverband einen Bericht ausgearbeitet, der ein umfangreiches Ausbauprogramm vorsieht. Es handelt sich hierbei um eine Vereinheitlichung der Erzeugungs- und Verteilungsbedingungen, um die Ermöglichung einer engen Zusammenarbeit der Erzeugungswerke, um die Schaffung

[1]) Nach Mitteilungen des „Ausstellungs- und Messedienstes".

[2]) Der Verfasser nimmt hier Bezug auf seine in der Rev. gén. Électr. Bd. 29, S. 429 erschienene Arbeit: De l'organisation du contrôle permanent de la construction et de l'exploitation d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique.

Digitized by Google

eines umfassenden Sammelschienennetzes und um eine weitere Verbilligung der Elektrizität. Insbesondere soll bei diesem hier vorgeschlagenen Fünfjahresplan eine ausreichende und billige Elektrizitätsversorgung der Kleinindustrie und der Heimarbeiter vermöglicht werden. (Electr. Rev., Lond., Bd. 114, S. 916, Bd. 115, S. 140 u. 148, Electr. Wld., N. Y., Bd. 104, S. 125.) *A. Fr.*

AUS LETZTER ZEIT.

Ultrakurzwellen-Sender Berlin im Betrieb. — Am 1. I. 1935 wurde der Ultrakurzwellensender in Witzleben nunmehr auch für den Rundfunk eingesetzt. Er sendet täglich in der Zeit von 16 ··· 24 h. Sein Programm, das ausschließlich Unterhaltung vorsieht, wird vom Deutschlandsender mitbetreut. Es bringt einmal Übernahmen vom Deutschlandsender, vom Reichssender Berlin und vom Deutschen Kurzwellensender und daneben ein vom Deutschlandsender gestaltetes selbständiges Programm. Es handelt sich vorerst um einen Probebetrieb. Man will feststellen, ob die Ultrakurzwellen schon heute für den praktischen Sendebetrieb nutzbar gemacht werden können.

Warnlichtanlage an schienengleichen Kreuzungen. — Am 1. I. 1935 wurde eine Warnlichtanlage an der Nebenstrecke Fredersdorf—Rüdersdorf, Kreuzung der Straße von Fredersdorf nach Tasdorf, in Betrieb genommen. Es handelt sich um eine elektrisch betriebene Warnlichtanlage mit Überwachungseinrichtung. Am Warnsignal erscheint während der Zugpausen weißleuchtendes Blinklicht mit etwa 45 Blinken je Minute, das sich bei Annäherung eines Zuges in rotes Blinklicht mit höherer Blinkzahl, etwa 100 Blinke je Minute, umwandelt. Um die Wegebenutzer auf die Bedeutung der auf beiden Seiten des Weges angebrachten Blinkanlage hinzuweisen, sind vor diesen Anlagen Tafeln mit folgender Aufschrift angebracht: „Halt, wenn das Licht am Warnkreuz rot blinkt oder ein Zug sich nähert". Die Wegeschranken fallen von diesem Tage ab fort.

Sammelferngespräche und Ferntagungen. — Die Reichspost hat zwei Ferngesprächsarten eingeführt, die dem Fernsprecher neue Anwendungsgebiete eröffnen:

1. Sammelferngespräche, d. s. Fernverbindungen, durch die mehrere (bis zu 6) Teilnehmer an verschiedenen Orten über eine sog. Sammelgabel zu einer gemeinsamen Unterhaltung oder Beratung zusammengeschaltet werden,
2. Ferntagungsgespräche, d. s. Fernverbindungen, mittels deren Versammlungen oder Konferenzen, die gleichzeitig an verschiedenen Orten stattfinden, als eine gemeinsame Veranstaltung tagen können. Diese Fernverbindungen können auch dazu dienen, einzelne, in der Versammlung nicht anwesende, z. B. erkrankte Personen an der Tagung teilnehmen zu lassen[1]).

Eine Gabel für Sammelgespräche steht zur Zeit nur beim Fernamt Berlin zur Verfügung. Für jede anzuschaltende auswärtige Sprechstelle ist eine besondere Fernleitung nach Berlin erforderlich, Anschlüsse in Berlin werden unmittelbar an die Gabel herangeführt. Die Ferntagungsgespräche erfordern besondere technische Vorbereitungen und müssen daher mindestens 8 Tage vorher angemeldet werden. Die Besprechungs- und Lautsprechereinrichtungen für den Versammlungsraum müssen vom Teilnehmer beschafft werden und den Bedingungen des Reichspostzentralamts genügen. Für die Leitungsverbindungen sind nur Vierdrahtstromkreise verwendbar.

Kunststoff-Beratungsstelle in Berlin. — Zum 1. XII. 1934 wurde in Berlin W 8, Mauerstr. 83/84, eine Kunststoff-Beratungsstelle eröffnet, die, von der Venditor-Kunststoff-Verkaufsgesellschaft betrieben, die Aufgabe hat, ähnlich den Beratungsstellen für Stahl, Nickel, Aluminium usw. Auskünfte zu erteilen, welche sich auf die Verwendung von Kunststoffen aller Art, wie Kunsthorn, Cellon, Preßmassen usw., beziehen. Die Auskünfte werden kostenlos erteilt.

Drei Fünfjahrespläne zur Elektrisierung von Jugoslawien. — Zu unserer Notiz in ETZ 1934, H. 42, S. 1035, teilen wir ergänzend mit, daß das neue Elektrisierungsgesetz eine vollständige Elektrisierung in drei Fünfjahresabschnitten eines jeden Konzessionsgebietes vom Tage der Konzessionserteilung an vorsieht.

Errichtung eines städtischen Elektrizitätswerkes in New York. — Der Bürgermeister von New York, La Guardia, kündigt, wie Times und Berliner Tageblatt melden, an, daß die Stadt New York in ihrem oberen Teil ein Elektrizitätswerk mit einem Kostenaufwand von etwa 4 Mill RM einzurichten gedenkt. Es soll Strom für den häuslichen Verbrauch zu niedrigeren Preisen abgegeben werden, als dies die privaten Elektrizitätswerke tun, und zwar zu dem ausgesprochenen Zweck, die Herrschaft der privaten Unternehmungen in New York zu brechen. Die Ankündigung des Bürgermeisters verschärft einen Kampf, den er bereits seit längerem gegen das Privatkapital auf diesem Gebiet führt. Sie geht weit über die bisherigen Maßnahmen der Regierung hinaus und wird vermutlich einen erheblichen Widerstand seitens der privaten Unternehmungen hervorrufen.

[1]) ETZ 1929, S. 538, 941, 997; 1930, S. 64, 616, 682, 945; 1931, S. 51, 1934, S. 64. Europ. Funksprechdienst 1934, H. 37, S. 266.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

(Elektrotechnischer Verein.)

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Festabend des Elektrotechnischen Vereins

am Mittwoch, dem 16. Januar 1935.

Der „Gesellschaftsabend" im Marmorsaal des Zoologischen Gartens am Mittwoch, dem 16. Januar 1935, wird folgende Form haben:

7½ Uhr: Versammlung der Gäste, zwanglose Begrüßung durch den Vorstand;
8 ··· 9 Uhr: Gemeinsames warmes Essen (an kleinen Tischen); hierauf Tanz.

Dunkler Anzug erbeten.

Der Preis der Teilnehmerkarte, die zur Entnahme des warmen Abendessens (ohne Getränke) berechtigt, beträgt 3,— RM (einschließlich 0,50 RM zur Deckung allgemeiner Unkosten).

Gäste, die das Fest besuchen wollen (ab 9.30 Uhr abends), aber nicht an dem gemeinsamen Essen teilnehmen, haben eine Eintrittskarte zum Preise von 0,50 RM (zur Deckung allgemeiner Unkosten) zu lösen.

Die Karten sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, zu haben. Da mit einer Kartenausgabe am Festabend selbst nicht gerechnet werden kann, sind Bestellungen unter gleichzeitiger Einsendung oder Überweisung des Betrages auf Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02 an den Elektrotechnischen Verein zu richten.

Vorbestellungen auf Tische werden in der Geschäftstelle des Vereins, in der ein Plan ausliegt, entgegengenommen werden.

Elektrotechnischer Verein.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Ausschuß für Freileitungen.

Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen B.K.V.

Der ab 1. Januar 1935 bis auf weiteres gültig bleibende Abschnitt

I. Allgemeine Bedingungen

der „Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen B.K.V." ist durch die nachstehend wiedergegebenen Paragraphen erweitert worden:

Digitized by Google

Bekanntmachung.

Ausschuß für Freileitungen.

Unter Bezugnahme auf die Veröffentlichung in ETZ 1934, Heft 45, S. 1110, teilen wir mit, daß die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, nachdem ihre bisherigen technischen Kreuzungsvorschriften in die einschlägigen VDE-Bestimmungen überführt sind, mit Schreiben vom 27. Dezember 1934 bekanntgibt, daß von der nachstehend genannten Arbeit §§ 15 ··· 24 mit dem 1. Januar 1935 ihre Gültigkeit verlieren:

VDE 0217/1930 „Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen B.K.V.".

Für die Zulassung von Kreuzungen und Näherungen mit/an Anlagen der Deutschen Reichsbahn gelten ab 1. Januar 1935 bis zur Herausgabe neuer

Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen B.K.V.

§§ 1 ··· 14 sowie die nachstehend veröffentlichten neuen §§ 15 und 16 von VDE 0217/1930. Der entsprechende Sonderdruck ist durch die Verlagsabteilung des VDE zu beziehen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

„§ 15.

Geltungsbereich.

Die Bahnkreuzungsvorschriften gelten für fremde Starkstromanlagen,

a) die das Gebiet der Reichsbahn kreuzen oder berühren,

b) im Bereich von Privatgleisanschlüssen, Werkbahnen und sonstigen Bahnen, die von der Reichsbahn betrieben werden.

§ 16.

Grundregeln.

Die Starkstromanlagen haben folgenden Bedingungen zu genügen:

1. Sie dürfen den Bahnbetrieb, den Bau und die Unterhaltung der Bahnanlagen nicht beeinträchtigen, die bahneigenen Starkstrom- und Fernmeldeanlagen nicht gefährden oder durch Fernwirkung störend beeinflussen. In Bahnhöfen können oberirdische Gleiskreuzungen nur in zwingenden Fällen zugelassen werden. Bei elektrisch betriebenen Bahnen mit Oberleitungsbetrieb dürfen Kreuzungen bis zu 10 kV Spannung nur in Kabeln ausgeführt werden. Bei Kreuzungen durch Starkstromleitungen mit Nennspannungen über 110 kV behält sich die Reichsbahn vor, ihre Fernmeldeleitungen auf Kosten des Beliehenen zu kabeln. Bei Bahnen, die für die Elektrisierung vorgesehen sind, werden schienengleiche Kreuzungen durch Verkehrsmittel mit Fahrleitungsbetrieb möglichst ausgeschlossen.

2. Sie sollen sich ohne Behinderung des Bahnbetriebes einbauen, unterhalten, ändern und ersetzen lassen.

3. Sie haben den Vorschriften, Regeln, Normen und Leitsätzen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker[3]) zu entsprechen; in besonders ungünstigen Fällen können weitergehende Schutzmaßnahmen verlangt werden. Sofern hierüber eine Vereinbarung zwischen der Reichsbahndirektion und dem zu Beleihenden nicht zustande kommt, entscheidet die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

4. Nach dem Ermessen der Reichsbahn kann von der Anwendung des § 35 der V.S.F. abgesehen werden:

   a) wo der erforderliche Schutz der Bahnanlagen ohnehin vorhanden ist (dieses kann z. B. bei Tunneln, hohen und weiten Brücken, breiten Wegeüberführungen der Fall sein),

   b) falls keine Bahn-Fernmeldeleitungen vorhanden sind, die der Eisenbahnsicherung dienen, und der Schutz sonstiger Leitungen gewährleistet ist:

      α) für Leitungsführung auf Gelände, das der Reichsbahn gehört, aber nicht dem eigentlichen Bahnbetrieb dient (Vorplätze, Zufuhrstraßen),

      β) für Kreuzung von Gleisen untergeordneter Bedeutung (Abstellgleise, Anschlußgleise),

   c) wo fremde Starkstromanlagen unter bahneigenen Freileitungen geführt werden und sonst keine anderen Bahnanlagen zu schützen sind; hier gelten jedoch die Bestimmungen in § 35 a), Ziffern 3 und 4, und § 36 t) der V.S.F.

   d) Bei Näherung der Starkstromleitungen an die Fernmeldeleitungen müssen störende oder gefährdende Beeinflussungen ausgeschlossen werden. Läßt sich dieses nur durch Maßnahmen an den Bahnleitungen erreichen, z. B. durch Herstellung metallischer Rückleitungen, Kabelungen u. dgl., so hat die dadurch entstehenden Kosten der Beliehene zu tragen."

[3]) Hierzu gehören z. Z. insbesondere:

VDE 0100 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V. E. S. 1.",

VDE 0101 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V. E. S. 2.",

VDE 0115 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen V. E. B.",

VDE 0141 „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen",

VDE 0210 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F.",

VDE 0228 „Leitsätze für Maßnahmen an Fernmelde- und an Drehstromanlagen im Hinblick auf gegenseitige Näherungen",

VDE 0800 „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V. E. F.".

Normung von Hausnummernleuchten.

Der Deutsche Normenausschuß hat unter Mitwirkung des VDE einen Normenblattentwurf DIN VDE 9800 über Hausnummernleuchten aufgestellt. Der Entwurf ist von der Normenstelle der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie Berlin W 35, Corneliusstr. 3, zu beziehen.

Einsprüche gegen den Entwurf sind bis zum 20. I. 1935 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

ETZ-Einbanddecken 1934.

Für den Jahrgang 1934 stellen wir den Beziehern der ETZ wiederum Einbanddecken zur Verfügung. Der Preis beträgt 2,20 RM für den Halbjahrsband einschließlich Versandkosten. Die Bestellung kann erfolgen durch Einzahlung auf das Postscheckkonto des VDE: Berlin 213 12 (Versandanschrift genau aufgeben, ebenso Vermerk hinzufügen: „ETZ-Einbanddecken"). Bei schriftlicher Bestellung erfolgt der Versand unter Nachnahme zuzüglich der Unkosten hierfür.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Düsseldorf. 15. I. (Di), 20 h, „Gesellschaft Verein": „Ist das Hochspannungs-Schaltproblem endgültig gelöst?" Dipl.-Ing. König.

VDE, Gau Thüringen, Erfurt. 10. 1. (Do), 20 h, Münchner Bürgerbräu: „Die Entwickl. von Strom- u. Spannungswandlern bis zur Gegenwart". Dr.-Ing. W. Reiche.

VDE, Gau Hansa, Hamburg. 16. I. (Mi), 20 h, Techn. Staatslehranstalten: „Fernschreiben über Draht u. drahtlos." Dr.-Ing. Jost.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 13. I. (So), 11 h: Besichtigung der neuen Beleuchtungsanlage des Städt. Schauspielhauses. Anmeldungen beim Schriftführer des Gaues, Obering. Schroers.

Digitized by Google

VDE, Gau Magdeburg. 15. I. (Di), 20 h 15 m, Ver. Techn. Staatslehranstalten: „Natriumdampf- u. Quecksilber-Hochdrucklampen u. ihre Anwendung". Dipl.-Ing. Kircher, Berlin.

VDE, Gau Südbayern, München. 16. I. (Mi), 20 h, T. H. Hörs. 127: „Was sagt die Störungs- u. Unfallstatistik dem Projekteur u. dem Betriebsführer von Schaltanlagen". Obering. Sihler.

VDE, Gau Nordbayern, Nürnberg. 11. I. (Fr), Vortragssaal der SSW: Hauptversammlung. „Die Anwendung elektr. Verfahren bei wärmetechn. Betriebsmessungen" (mit Lichtb.). Obering. Dr. Grünwald.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 15. I. (Di), 19 h, gr. Saal d. Ingenieurhauses: „Die nationale Stoffwirtschaft und die Deutsche Reichsbahn" (m. Lichtb.). Min.-Dir. Lindermayer.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hochschulnachrichten. — Prof. Dr. Wilhelm Hort, Berlin, wurde zum ordentlichen Professor in der Fakultät für Maschinenwesen der T. H. Berlin ernannt. Prof. Hort wird weiterhin das Lehrgebiet „Höhere Maschinendynamik und mechanische Schwingungslehre" vertreten, das er bisher als a.o. Prof. in Vorlesungen und Übungen wahrnahm.

LITERATUR.

Besprechungen.

Zur Erforschung des Weltalls. 8 Vorträge über Probleme der Astronomie u. Astrophysik. Von P. ten Bruggencate, E. F. Freundlich, W. Grotrian, H. Kienle, A. Kopff. Veranstaltet durch d. Elektrotechnischen Verein e. V. zu Berlin in Gemeinschaft mit dem Außeninst. d. Techn. Hochschule zu Berlin. Herausg. v. W. Grotrian u. A. Kopff. Mit 153 Abb., X u. 286 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geh. 18 RM, geb. 19,80 RM.

Seit mehr als zehn Jahren sind vom Elektrotechnischen Verein in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin Vortragsreihen über technisch-wissenschaftliche Gebiete veranstaltet worden, die sich aus den Kreisen der praktisch tätigen Ingenieure eines ungewöhnlich starken Zuspruchs erfreuen. Im Jahre 1933 hat man es einmal mit einem Gegenstand versucht, der mit der Elektrotechnik direkt eigentlich gar nichts zu tun hat, der aber von jeher alle Menschen stark interessiert hat, das sind die Probleme der neuzeitlichen Astronomie und Astrophysik. Der Erfolg war ein unerwartet großer; vielleicht ist das neben dem Allgemeininteresse, das jedermann der Sternenwelt entgegenbringt, darauf zurückzuführen, daß die neuzeitliche Elektrotechnik, die sich mit den Entladungen in Gasen und Dämpfen beschäftigt, dem Elektrotechniker die Fragen über den Aufbau der Materie im kleinen und großen näher legt, als das früher der Fall war. Man hatte für acht Abende fünf Herren gewonnen, die in ihrer Wissenschaft eine führende Stellung einnehmen. Man muß diesen Herren großen Dank dafür wissen, daß sie sich der schwierigen Aufgabe unterzogen haben, in wenigen Stunden ein Bild ihrer Wissenschaft zu geben. Die Schwierigkeit, aber auch der Reiz der Darstellung lag darin, daß bewußt keiner der vielen populären Vorträge geboten wurde, sondern eine Darstellung, die die Vorbildung eines fertigen Hochschulingenieurs in mathematisch-physikalischer Hinsicht zur Voraussetzung hatte. Man braucht nur das Buch durchzublättern, um zu erkennen, daß man ohne Vorkenntnisse kaum zu einem richtigen Verständnis der Darstellung kommen kann. Dieser Standpunkt rechtfertigt aber auch die Veröffentlichung in Buchform gegenüber den vielen, z. T. recht guten populären Darstellungen; man muß auch der Verlagsbuchhandlung dafür Dank wissen, daß sie die Herausgabe ermöglicht hat. Es genügt, an dieser Stelle den Inhalt des Buches mit den Worten kurz zu skizzieren, die im Vorwort des Buches stehen:

der erste Vortrag behandelt die besonderen Methoden und Instrumente, mit denen man das Weltall erforschen kann,

der normale Baustein des Weltalls ist der Fixstern; in Kap. 2—4 wird behandelt, was man über die physische Beschaffenheit des einzelnen Fixsternes sagen kann.

In Kap. 5 u. 6 wird über die räumliche Anordnung der Fixsterne gesprochen und die Bewegungsgesetze der Sternsysteme.

Der siebente Vortrag gibt Aufschluß über das Vorhandensein fein verteilter Materien in weiten Raumgebieten.

Der achte Vortrag schließlich zeigt, was wir über die Entstehung und Entwicklung des einzelnen Sternes und der Sternsysteme auf Grund von Theorie und Beobachtung aussagen können. E. Orlich.

Die Grundlagen der Geometrie, ihre Bedeutung für Philosophie, Mathematik, Physik und Technik. Von Prof. Dr. H. Dingler. Mit VIII. u. 76 S. in gr. 8°. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1933. Preis geh. 4,80 RM.

Die Schrift wendet sich gegen das „im leeren Raum rein rechnerischer Formalistik schwebende Denken", das durch Einstein und seinen Kreis in die Physik hineingebracht wurde. Ihr Leitgedanke ist der Aufbau der Geometrie auf einer ganz neuen Grundlage, die aus der Untersuchung des Prozesses der Entstehung der Meßapparate selbst gewonnen wird. Im I. Teil (Theorie) wird die Idee der Ebene, der Geraden und des deformationsfreien Körpers entwickelt, welche Gebilde die idealen Grundelemente jeder Meßeinrichtung darstellen. Der II. Teil (Praxis) behandelt zunächst die Realisierungsmöglichkeiten der oben genannten Gebilde. Von besonderem Interesse für den Techniker ist dabei die Untersuchung der Verfahren für die Herstellung einer Ebene an einem festen Körper. Die weiteren Abschnitte sind Untersuchungen über die Abhängigkeiten von Erscheinungen gewidmet, die für die Technik der Forschung von grundlegender Bedeutung sind. Nicht minder wichtig sind die anschließenden Abschnitte: Eindeutig reproduzible Umstände (Apparate), Genauigkeit und Urmeter. Im Schlußwort wird darauf hingewiesen, daß nur euklidische Verhältnisse überhaupt als geometrisch im praktischen Sinn bezeichnet werden können. — Das eingehende Studium dieser überaus anregenden Schrift ist jedem wissenschaftlich interessierten Menschen aufs wärmste zu empfehlen, da sie eine sichere Grundlage für den notwendigen Neuaufbau der Physik schafft. Nach den berauschenden Zaubertränken, die in den letzten Jahren in der mathematischen Physik gebraut wurden, wirkt sie wie frisches Quellwasser. H. Kafka.

Erfolgreiche Betriebswirtschaft. Betriebsführer und Gefolgschaft im Arbeitsprozeß. Von Dr.-Ing. E. h. G. Frenz u. E. Gobbers. Mit XV u. 223 S. in 8°. Otto Elsner Verlagsges. m. b. H., Berlin 1934. Preis geb. 4 RM.

Das Buch ist der Deutschen Arbeitsfront gewidmet. Das in der Einführung dargelegte Ziel des Buches, in gemeinverständlicher Form den in und außerhalb der Technik und Erzeugungswirtschaft Stehenden einen Einblick in diese zu geben, kann man als erreicht ansehen, was auch nicht durch meinen Rat gemindert wird, der dahingeht, bei einer Neuauflage das große Gebiet des Warenvertriebs, der Werbung und der Finanzierung etwas mehr zu berücksichtigen. Es würde dadurch an der Tendenz des Buches nicht das Geringste geändert, sondern noch instruktives Material herbeigeholt werden. Das Buch lehnt sich stark an die Metallindustrie an und zeigt wiederum, daß in den Kreisen der Metallindustrie und in Ingenieurkreisen diese Fragen am gründlichsten behandelt werden.

In verständlicher Weise ist das Ziel der gemeinsamen Interessen von Führer und Gefolgschaft erwiesen. Verdolmetscht werden eingehend die Erfahrungen eines langjährigen Betriebsfachmannes, warum die „Betriebsorganisation" oder, wie die Verfasser es gern nennen wollen, die „Betriebsordnung" eigentlich da ist. Vieles, was landläufig im veralteten Urteil als schädigend, als nicht notwendig angesehen wird, wird in so einfacher Weise erklärt, daß es schließlich nur am Nichtwollen liegt, wenn diese oder jene dem einzelnen scheinbar mißliebige Maßnahme als nicht notwendig dargestellt wird. Unterstrichen werden muß die Bemerkung der Verfasser: „Negation und Kritik können die Fortentwicklung der Technik nicht ausschalten, weil sie tieferen Notwendigkeiten entspringt." Ebenso richtig und wichtig sind die Worte: „Erfolgswirtschaft ist staatserhaltende Arbeit." Die gesetzlichen Vorschriften über die Wirtschaftsprüfung werden besprochen, was für ein neues Buch dieser Art als wichtig angesehen werden muß.

Das Buch schildert anfangs die verschiedenen Wirtschaftsformen, berichtet — um das Wichtigste zu nennen

Digitized by Google

— über Arbeitslosigkeit, falsche Einstellung des Menschen zur Technik, die einzelnen Sparten der Betriebsorganisation (Betriebsordnung), Einkauf, Konstruktion, Fertigung, Normung, Typisierung, Austauschbau, Arbeitsvorbereitung und Arbeitsführung, Kostenrechnungswesen usw. und betont immer wieder die Wichtigkeit des Menschen im Arbeitsprozeß. Zum Schluß werden Entlohnungsysteme und die Erziehung des Menschen im Betriebe behandelt.

Alles in allem genommen ist das Buch wertvoll für den betriebstätigen Gefolgsmann, um sich in Zweck, Ziel und Mechanismus eines Industriebetriebes hinein zu vertiefen; für den Betriebsleiter ist es nicht nur anregend, sondern auch wichtig, um daraus seinen Mitarbeitern Hinweise zu geben; für den außerhalb eines Betriebes Stehenden ist es interessant, Einsicht in den Organismus der Erzeugungstätten zu gewinnen, damit er sieht, welche ungeheure umfassende Kenntnis notwendig ist, um einen Betrieb in technischer, kaufmännischer, organisatorischer sowie sozialpolitischer Beziehung mit Erfolg zu leiten. Von einem Betriebsführer wurde von jeher viel verlangt, in Zukunft wird es aber noch mehr sein. O. Knoop.

Eingegangene Doktordissertationen.

Otto Heymann, Über die Anwendung der Iterationsmethode zur angenäherten Berechnung der Wirbelströme und des Wirkwiderstandes. T. H. Danzig 1933. (Sonderdr. aus Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 6, 1934.)

Josef Hörtreiter, Beiträge zur kurzfristigen Erfolgskontrolle elektrischer Hilfsbetriebe großindustrieller Werke. T. H. Aachen 1934.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Bilanzen der deutschen Elektro-Aktiengesellschaften vom 31. XII. 1933. — Vom Statistischen Reichsamt sind vor kurzem die Ergebnisse der amtlichen Bilanzstatistik der deutschen Aktiengesellschaften nach den Abschlüssen zwischen dem 1. X. und 31. XII. 1933 veröffentlicht worden[1]). Nachstehend werden die Hauptziffern der Abschlüsse derjenigen deutschen Elektro-Aktiengesellschaften im Vergleich mit dem Vorjahr mitgeteilt, die über ein Nominalkapital von mindestens 1 Mill RM verfügen oder deren Aktien an einer deutschen Börse zugelassen sind.

Die Bilanzen der deutschen Elektro-Aktiengesellschaften nach den Abschlüssen zwischen dem 1. X. und 31. XII. 1933 und 1932 (in Mill RM).

	Elektroindustrie		Elektrizitätswerke	
	1932	1933	1932	1933
Anzahl der Gesellschaften	23	23	55	55
Nominalkapital	218,3	219,0	835,3	857,1
Aus den Aktiven				
Anlagen[1])	93,6	82,9	1204,5	1160,0
Vorräte	43,8	53,7	20,6	20,5
Beteiligungen	73,6	77,6	135,9	134,9
Effekten	5,8	7,9	26,4	44,5
Flüssige Mittel[2])	205,3	190,8	207,1	226,8
Aus den Passiven				
Eingezahltes Nominalkapital[3])	215,0	215,0	814,5	837,4
Ausgewiesene offene Reserven[4])	84,8	21,3	81,6	89,7
Unterstützungsfonds	9,3	9,0	9,4	10,7
Langfristige Verschuldung	60,2	50,7	461,7	416,6
Sonstige Schulden	107,0	110,6	174,0	166,8
Abschreibungen[5])	16,3	10,2	75,2	85,3
Gewinn[6])	5,1	10,4	49,2	51,2
Verlust[7])	46,8	4,2	1,7	0,1
Gewinn in % des Eigenkapitals[8])	1,71	4,40	5,51	5,68
Verlust in % des Eigenkapitals	15,65	1,78	0,19	0,01
Dividendensumme in Mill RM.	4,4	4,3	45,4	47,2
Dividende in % des dividendenberechtigten Aktien-Kapitals	2,05	2,0	5,60	5,70

[1]) abzüglich Erneuerungsfonds.
[2]) einschließlich Vorauszahlungen und -leistungen.
[3]) abzüglich eigene Aktien.
[4]) einschließlich Sanierungskonten.
[5]) auf Anlagen einschließlich Zuweisung zum Erneuerungskonto.
[6]) Jahresreingewinn: Ausgewiesener Gewinn ausschließlich des etwaigen Gewinnvortrages und vor Abzug des etwaigen Verlustvortrages.
[7]) Jahresreinverlust: Ausgewiesener Verlust ausschließlich des etwaigen Verlustvortrages und vor Abzug des etwaigen Gewinnvortrages.
[8]) Dividendenberechtigtes Aktienkapital und ausgewiesene offene Reserven.

[1]) Wirtsch. u. Statist. Bd. 14, S. 538.

Bei den untersuchten 23 Aktiengesellschaften der fabrizierenden Elektroindustrie läßt die Aktivseite erkennen, daß dem Vorjahr gegenüber das Gesamtvermögen eine Abnahme von 422,1 Mill RM auf 412,9 Mill RM erfahren hat. Der Verminderung der Anlagen — nicht wie in den Vorjahren eine Folge hoher Abschreibungen; sie haben sich im Gegenteil verringert — um 10,7 Mill RM und flüssigen Mittel um 14,5 Mill RM steht eine Erhöhung der Vorräte um fast 10 Mill RM und der Effekten und Beteiligungen um 6,1 Mill RM gegenüber. Die Zunahme der Vorratskonten soll sich ziemlich gleichmäßig auf Rohstoffe, Halbfabrikate und Fertigwaren verteilen. Im Verhältnis zwischen Anlagevermögen (Anlagen, Effekten und Beteiligungen) und Betriebsvermögen (Vorräte und flüssige Mittel) ist keine wesentliche Änderung zu verzeichnen.

Auf seiten der Passiva ist beim Eigenkapital das eingezahlte Nominalkapital unverändert geblieben, während die ausgewiesenen offenen Reserven sich durch die Auflösung der vorjährigen Sanierungskonten von 85 Mill RM auf 21 Mill RM vermindert haben.

Der vorjährige Verlustsaldo in Höhe von 41,7 Mill RM oder 13,9 % des bilanzmäßigen Eigenkapitals konnte in einen Gewinnsaldo umgewandelt werden, da die erfaßten größeren Unternehmen der Elektrotechnik nach hohen Vorjahresverlusten meistens die Rentabilität wiederherstellten. Im Berichtsjahr standen 4,2 Mill RM Jahresreinverlust 10,4 Mill RM Jahresreingewinn gegenüber. Die Dividendenausschüttung war etwa die gleiche wie in dem ungünstigeren Vorjahr.

Die vergleichbaren Abschlüsse von 55 Aktiengesellschaften der Elektrizitätswerke zeigen im großen und ganzen eine ähnliche Entwickelung wie in der Elektroindustrie. Auch hier haben sich die Anlagenkonten vermindert, und zwar nur zu einem geringen Teil auf Grund höherer Abschreibungen als im vorigen Jahr. Die Beteiligungen sind kaum verändert, während der Effektenbestand eine Zunahme um rd. 18 Mill RM, die flüssigen Mittel infolge von Ansammlung von Bankguthaben um fast 20 Mill RM erfahren haben. Wie das Statistische Reichsamt mitteilt, handelt es sich vor allem um Zugänge bei der Elektrowerke AG. und der Märkisches Elektrizitätswerk AG. Die Vorräte, die bei diesem Gewerbezweig naturgemäß von geringer Bedeutung sind, betrugen wie im Vorjahr etwa 20 Mill RM.

Unter den Passiven hat sich das Kapital um rd. 23 Mill RM erhöht. Eine Gliederung der gesamten arbeitenden Mittel zeigt, daß das bilanzmäßige Eigenkapital von 896,1 Mill RM auf 927,1 Mill RM, also um 31 Mill RM gestiegen ist, während beim Fremdkapital die langfristige Verschuldung um 45 Mill RM auf insgesamt 416,8 Mill RM und die kurzfristigen Schulden um 7,2 Mill RM auf 166,8 Mill RM zurückgegangen sind. Bei dem verhältnismäßig starken Sinken der langfristigen Schulden handelt es sich zum Teil um buchmäßige Vorgänge insofern, als der Nennbetrag der Auslandsanleihen durch die Währungswertung zurückgegangen ist.

Die Gewinn- und Verlustrechnung der 55 Elektrizitätswerks-Aktiengesellschaften in ihrer Gesamtheit zeigt ein Steigen des Jahresreingewinns von 49,2 Mill RM auf 51,2 Mill RM und ein Sinken des Jahresreinverlustes von 1,7 Mill RM auf 0,1 Mill RM. Die Durchschnittsdividende ist von 5,6 % im Vorjahr auf 5,7 % im letzten Jahr gestiegen.

Aus den Geschäftsergebnissen der Aktiengesellschaften der Elektroindustrie und der Elektrizitätswerke ist somit klar zu ersehen, daß die in diesen Industriezweigen seit der nationalsozialistischen Revolution feststellbare Belebung bereits in den ersten Abschlüssen eine unverkennbare Besserung auch ihrer wirtschaftlichen Lage im Gefolge hatte. *Al.*

Die polnische Elektroeinfuhr in den ersten drei Quartalen 1934. — Nach Daten des Warschauer Hauptamts für Statistik stellte sich der Wert der polnischen Einfuhr von elektrischen Maschinen, Apparaten und deren Teile sowie von sonstigen elektrotechnischen Erzeugnissen in den ersten 9 Monaten 1934 auf 7,42 Mill RM. Gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres ist der Import um 2,3 Mill RM zurückgegangen. *Dr. P.*

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurde eingetragen: Gemeinnützige Stromversorgungs-G. m. b. H., Fürstenberg i. Meckl. (20 000 RM): Errichtung eines Drehstromnetzes zwecks billiger Versorgung der Einwohner der Stadt Fürstenberg und der Gemeinde Ravensbrück mit elektrischem Strom, ferner der Einkauf dieses von dem Märkischen Elektricitätswerk zu liefernden Stroms. —

Abschluß des Heftes: 4. Januar 1935.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Harald Müller in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 17. Januar 1935 | Heft 3

Ausblick auf die Leipziger Frühjahrsmesse 1935.

Die vorliegenden Nachrichten aus dem Messeamt lassen erkennen, daß die Große Technische Messe und Baumesse vom 3. bis 10. März 1935 sehr viel stärker als in den vergangenen Jahren beschickt werden wird. Im Hause der Elektrotechnik sind alle Stände belegt. Die Ausstellung der gesamten deutschen Elektroindustrie wird eine sehr umfangreiche sein und den Beweis erbringen, daß der technische Fortschritt und die Güte der Fabrikate infolge des auflebenden Marktes gesteigert werden konnten und kein Mangel an besten und zweckmäßigsten Rohstoffen besteht. Die Neuentwicklung von Baustoffen und die Anpassung der Fabrikate an sie hat außerdem in vielen Fällen nicht nur die gleich guten Ergebnisse wie bisher gezeitigt, sondern oft überraschende Vorteile für die gesamte Konstruktion mit sich gebracht.

Neben zahlreichen Neuerungen werden in diesem Jahre in besonderem Umfange die serienmäßig hergestellten Artikel gezeigt werden, über die die besten Betriebserfahrungen vorliegen. Es ist deswegen zu hoffen, daß diese Ausstellung der deutschen Elektrotechnik in hervorragendem Maße zur Wiederanknüpfung der Handelsbeziehungen dienen und zur friedlichen Zusammenarbeit der Völker auf wirtschaftlichem Gebiete beitragen wird.

UMSCHAU

Die heutigen Akkumulatoren.

Die Entwicklung der Akkumulatoren hat heutzutage Formen angenommen, die über die ursprünglichen Konstruktionen, wie sie von Planté und später von Faure der Technik übergeben wurden, weit hinausgeeilt sind, so daß das Gebiet für den Ingenieur der Praxis nicht mehr zu übersehen ist. Demjenigen, der in den Anlagen mit dem Akkumulator zu tun hat, ist dieser gewöhnlich zu wenig bekannt. Lediglich der Spezialingenieur ist in der Lage, das Akkumulatorengebiet in allen Einzelheiten zu übersehen. Es erscheint deshalb angebracht, eine Umschau zu halten über die Arten der heutigen elektrischen Akkumulatoren, ihre Anwendungsmöglichkeiten und Eigenschaften.

Die charakteristische Eigenschaft des Akkumulators ist seine Speicherfähigkeit, d. h. die Fähigkeit, elektrische in chemische Energie umzuwandeln und umgekehrt. Die aufgespeicherte Strommenge, die Kapazität, wird in Amperestunden ausgedrückt bzw. bei Berücksichtigung der mittleren Entladespannung in Wattstunden. Die Entladespannung (Klemmenspannung) des Akkumulators ist abhängig von der Belastungsstromstärke, Temperatur, dem Ladezustand und dem inneren Widerstand. Dieser letztere ist besonders bei Bleiakkumulatoren äußerst gering und liegt in der Größenordnung von $10^{-2}\,\Omega$ bei kleineren trag- oder fahrbaren Akkumulatoren bis zu $10^{-5}\,\Omega$ bei großen Zellen. Ohne zunächst auf Einzelheiten einzugehen, soll nachfolgende Zusammenstellung eine Übersicht über die heute verwendeten Hauptakkumulatoren geben.

1. Batterien mit Bleiplatten und Schwefelsäure:

a) Akkumulatoren mit positiven Großoberflächenplatten und negativen Kasten- oder Gitterplatten,
b) Akkumulatoren mit positiven und negativen Gitterplatten,
c) Akkumulatoren mit positiven Masse- und negativen Gitterplatten,
d) Akkumulatoren mit positiven Panzerplatten.

2. Batterien mit alkalischem Elektrolyt mit positiven Nickeloxydplatten und negativen Kadmium- oder Eisenplatten:

a) Akkumulatoren mit positiven Röhrchenplatten,
b) Akkumulatoren mit positiven und negativen Taschenplatten.

Während diese beiden die in der Praxis wirklich angewandten Hauptarten darstellen, hat man daneben verschiedene Wege eingeschlagen, andere Akkumulatoren, besonders mit löslichen Kathoden, zu bauen, wobei den Erfindern ein weites Betätigungsfeld offenstand. Besonders die Verwendung von löslichen Zinkkathoden in Verbindung mit Bleianoden hat infolge der damit verbundenen höheren Spannung immer wieder die Erfinder zu Neukonstruktionen angereizt. Neben der immer wieder auftauchenden Kombination Pb—Zn, die auch besonders von Pouchain (in Turin) auf den Markt gebracht wurde, seien aus neuerer Zeit ferner erwähnt die Kombination Graphit-Silber-Zinkbromid-Zinkjodid-Zink des Pater Almeida[1]), ferner der Akkumulator des Pater Ciro, der Kohle-Zink in einem Zinkjodid-Elektrolyt benutzte. Kürzlich machte auch wieder die Kombination Nickel—Zink in der Konstruktion des irischen Professors Drumm[2]) von sich reden. Diese Konstruktion findet auch praktisch mit Subvention der irischen Regierung Anwendung für Triebwagen auf der Strecke Dublin—Bray. Damit ist die Vollständigkeit solcher Vorschläge keineswegs erschöpft. Die Nachteile von löslichen Kathoden sind jedoch so offensichtlich, daß eine allgemeine praktische Verwendung zur Zeit nicht diskutiert wird. Es soll deshalb weiterhin nur von den vorher erwähnten beiden Hauptarten die Rede sein.

Die Anwendungsgebiete der in der Zusammenstellung 1 aufgeführten Akkumulatorenarten überschneiden sich vielfach, so daß es im einzelnen dem Fachmann überlassen bleiben muß, im Zweifelsfalle zu entscheiden, welche für einen besonderen Zweck besser geeignet ist.

[1]) ETZ 1927, S. 950.
[2]) ETZ 1931, S. 543.

Digitized by Google

Weiterhin spielen wirtschaftliche Rücksichten bei der Wahl eine Rolle. Die hauptsächlichen Anwendungsgebiete sollen bei Besprechung der einzelnen Typen erwähnt werden.

Um einen Überblick über die Gewichtsunterschiede und damit die Leistung je Gewichteinheit der Batterietypen zu geben, ist die nachfolgende Zusammenstellung eingeschaltet.

Wh je kg Elementgewicht bei 5stündiger Entladung für verschiedene Elementtypen.

Bleibatterien				alkalische Nickel-Eisen- oder Nickel-Kadmium-Batterien
mit positiven Großoberflächenplatten		mit positiven Panzerplatten	mit positiven Gitterplatten	
ortsfeste	transportab.			
7 ··· 8	10 ··· 11	17 ··· 19	26 ··· 30	28

Die Zusammenstellung besagt, mit welchen Leistungen für die Gewichtseinheit bei den einzelnen Typen zu rechnen ist und gibt damit auch einen Hinweis für die Anwendungsmöglichkeiten.

Zu 1a). Batterien mit Großoberflächenplatten.

Der Name besagt, daß für die Positiven Bleiplatten mit einer großen Oberfläche verwendet werden. Die aktive Schicht dieser Platten wird durch eine Formation, wie sie in den Grundzügen schon von Planté entwickelt wurde, auf elektrochemischem Wege erzeugt. Im Betriebe wird diese aktive Masse durch die Ladungen aus dem Bleireservoir der Platte nachgebildet. Die Batterien sind mit besonderer Rücksicht auf große Haltbarkeit gebaut und beanspruchen mehr Raum und Gewicht für die gleiche Leistung als andere Batteriebauarten. Zu unterscheiden sind zwei Haupttypen für die positiven Platten. Einmal die bekannten Rippenplatten, wie sie zuerst vor allem von Tudor verwendet wurden, und weiterhin die Röllchen- oder Manchesterplatten, wie sie in England und Amerika vielfach im Gebrauch sind. Die Rippenplatten bestehen aus Weichblei und erhalten ihre große Oberfläche beim Guß, während die Manchesterplatten aus einem Hartbleilochrahmen bestehen, in den die gerippten Weichbleistreifen röllchenförmig eingesetzt werden. Als negative Platten werden einerseits Kastenplatten bevorzugt, während andere Fabrikanten Gitterplatten verwenden. Kastenplatten bestehen aus einem weitmaschigen Gitterrahmen, in dessen Felder die wirksame Masse eingetragen ist. Diese wird auf beiden Seiten durch feingelochtes Bleiblech gehalten. Gitterplatten siehe folgenden Abschnitt. Die Batterien werden in erster Linie für stationäre Zwecke, z. B. in Elektrizitätswerken zur Spitzendeckung, verwendet. Ferner finden sie Verwendung als Hilfsbatterien. Es muß hier erwähnt werden, daß derartige Batterien in Amerika ausschließlich als Gitterplattenbatterien konstruiert werden. Im übrigen ist der Bereich der stationären Batterien recht groß; es lassen sich wohl nicht alle Anwendungszwecke schildern. Naturgemäß variieren auch die Größen der aufgestellten stationären Elemente in sehr weiten Grenzen. So haben die größten Elemente eine Breite von über 2 m und eine 10stündige Leistung von 20 304 Ah. In Kilowattstunden ausgedrückt besitzen Batterien aus derartigen Elementen bei einer mittleren Entladespannung von 280 V eine solche von 4000 kWh bei 3stündiger Entladung und 5700 kWh bei 10stündiger Entladung. Die kleinsten stationären Elemente, wie sie für Hochspannungszwecke usw. verwendet werden, haben eine Kapazität von etwa 1 Ah. Auch für transportable Batterien spielen die Batterien mit Großoberflächenplatten eine Rolle, beispielsweise im Eisenbahnbetrieb als Lichtbatterien und Traktionsbatterien für Verschiebelokomotiven; für Signalanlagen und Telephonämter finden sie besonders in Verbindung mit Dauerladung Anwendung. In allen Fällen, wo es auf das Gewicht nicht ankommt und ein dauernder Betrieb mit schnellen Ladungen und Entladungen stattfindet, sind Elemente mit Großoberflächenplatten mit Vorteil zu verwenden.

Zu 1b). Batterien mit Gitterplatten.

Die positiven wie negativen Platten dieser Batterien bestehen aus gegossenen feinmaschigen dünnen Hartbleigittern (hiervon der Name Gitterplatte stammend), in welche die aktive Masse eingetragen ist.

Die Stärke der Platten variiert von 1½ bis zu 8 mm bei den größten Batterien. Mit Rücksicht auf die Verwendung der Gitterplattenbatterien für transportable Zwecke haben sie eine höhere Leistung je Gewichtseinheit. Infolge der leichten Bauart ist die Lebensdauer dieser Batterien geringer als die der vorbeschriebenen Großoberflächenbatterien. Je dünner die Platten und je größer deren Anzahl auf einen gegebenen Raum ist, um so höher ist selbstverständlich die Belastungsfähigkeit, d. h. die Möglichkeit der Entnahme der Kapazität in kurzer Zeit. Daher ist dieses Konstruktionsmerkmal besonders bei Anlaßbatterien und Batterien für Antriebszwecke vertreten. Bei einer normalen Starterbatterie variiert die Stromstärke zwischen 300 A und etwa 3 A, je nachdem, welche ihrer vielen Funktionen sie ausführen soll. Je länger die Stromentnahme dauern soll, d. h. mit je kleineren Strömen entladen wird, um so stärker wird man die Gitterplatten wählen. Die Gitterplatten, die für Traktionszwecke in Elektromobilen und Karren verwendet werden, haben etwa eine Stärke von 4 ··· 5 mm. Der Bleiträger der positiven Gitterplatten besteht entweder aus einem rechteckigen Gitterwerk oder einem solchen mit diagonal versetzten Gitterstäben. Dieses Gitterwerk dient zur Aufnahme der aktiven Masse, die in Form von niederen Bleioxyden eingetragen wird und sodann durch die Formation in Bleisuperoxyd verwandelt wird. Die negativen Platten haben durchweg ein rechteckiges Gitterwerk. Die fabrikatorische Arbeit ist sehr umfangreich und verlangt ein hohes Spezialwissen. In den großen Fabriken sind heute natürlich auch Spezialfertigungsmethoden vielfach eingeschaltet. Nach Zusammensetzung und Verlötung der Platten zu positiven und negativen Plattengruppen oder -sätzen werden diese mit Trennung der einzelnen Platten voneinander durch Separatoren eingebaut. Separatoren werden verwendet aus Hartgummi und Holz in erster Linie. Weiterhin bürgert sich heute die Isolation durch Glaswollscheider in starkem Maße gerade für solche Batterien ein.

Die Behälter der Gitterplattenbatterien bestehen in den meisten Fällen aus Hartgummi, zum Teil werden aber auch Glasgefäße, z. B. bei Radiobatterien, verwendet.

Wie schon kurz angedeutet, liegt die Hauptanwendung der Gitterplattenbatterien auf fahrtechnischem Gebiet. Mit eine der ältesten Anwendungsarten ist die zum Antrieb von Schienen- und Straßenfahrzeugen. Gleichzeitig mit Großoberflächenplatten wurden bei Schienenfahrzeugen dort, wo eben das typische Merkmal der Gitterplattenbatterien, nämlich höhere Leistung auf die Gewichtseinheit, verlangt wurde, auch Gitterplattenbatterien verwendet. Bei Straßenfahrzeugen jedoch trat dieses Merkmal in erster Linie in Erscheinung, so daß hier überwiegend der Antrieb durch Gitterplattenbatterien erfolgt. Nur dort, wo es auf das Gewicht bei kleinem Aktionsradius nicht ankommt, werden Großoberflächenplatten eingebaut.

Elektromobil-, Lastkarren- und Anlasserbatterien sind mit die bekanntesten Verwendungszwecke.

Ein großes Gebiet haben sich die Gitterplattenbatterien auch in der Funktechnik erobert. Auch sonst findet man auf allen Gebieten die Gitterplattenbatterie vertreten, so als Beleuchtungsbatterie für Taschenlampen, Handlampen und Grubenlampen, als Antriebsbatterie für Schiffe, wobei auch auf die Unterseeboote hingewiesen werden soll, kurz, Batterien für alle erdenklichen Zwecke werden mit Gitterplatten ausgerüstet. Ähnlich wie bei Großoberflächen-Batterien soll der Betrieb mit Gitterplattenbatterien ein möglichst regelmäßiger sein, so daß die Kapazität in nicht zu langen Zeiträumen entnommen wird und regelmäßige Ladungen erfolgen.

Zu 1c) Batterien mit positiven Masseplatten.

Im Gegensatz zu den Gitterplatten ist bei den Masseplatten darauf geachtet worden, daß die Berührungsfläche des Masseträgers mit der Masse möglichst klein gehalten ist, so daß dieser nur aus einem Rahmen bzw. aus einem mehrfach unterteilten Rahmen besteht. Weiterhin ist diese Platte besonders dick ausgeführt (bis zu 12 mm und darüber), damit auch die Berührungsfläche der aktiven Masse mit der Säure möglichst klein ist. Die negativen Platten sind wieder Gitterplatten, die entsprechend stark ausgeführt sind. Separatoren werden in solchen Elementen fast überhaupt nicht verwendet. Die Elemente werden meist in Glasgefäße eingebaut. Im Gegensatz zu den Akkumulatorenarten unter a) und b), die ihre Kapazität mit mittleren und starken Strömen in einer verhältnismäßig kurzen Zeitspanne hergeben sollen, soll die dritte Hauptart der Bleiakkumulatoren die Kapazität für eine möglichst lange Zeit gebrauchsfertig aufspeichern und mit verhältnismäßig

Digitized by Google

geringen Stromstärken in einem langen Zeitraum hergeben. Die Anwendungsgebiete dieser Batterien sind also überall dort gegeben, wo vorstehende Bedingung zutrifft. Es können als Gebiete aufgeführt werden: Rundfunkbatterien, Batterien für Signalzwecke und ähnliches.

Zu 1 d). Panzerplattenbatterien.

In Amerika sind sie unter dem Namen Ironclad-Batterien bekannt. Wie der Name sagt, ist die Masse der positiven Platte mit einer Art Panzerung versehen. Die Abb. 1 zeigt, daß die Masse 2 b sich in geschlitzten Hartgummiröhrchen 2 a befindet, in die sie eingepreßt wird. Durch die Masse hindurch geht ein Bleidraht 2 c als Leiter. Die feinen Schlitze gestatten der Säure Zutritt zur wirksamen Masse und verhindern anderseits ein Ausfallen dieser weitgehend. Eine Anzahl Röhrchen ist mittels oben und unten angebrachter Rahmenstücke zu einer Platte vereinigt. Als negative Platten werden sowohl Kastenplatten als auch Gitterplatten verwendet. Die Panzerplattenbatterien vereinigen die günstigen Eigenschaften der Großoberflächenbatterien, nämlich große Haltbarkeit, mit der geringen Raum- und Gewichtsbeanspruchung der Gitterplattenbatterien. Ihre Eigenschaften liegen also zwischen denen der beiden genannten Bauarten. Die Batterien finden besondere Verwendung für Antriebszwecke, also, ebenso wie Großoberflächenplatten- und Gitterplattenbatterien, für den Antrieb von Schienen- und Straßenfahrzeugen. Da sie besonders für einen rauhen Betrieb geeignet sind, findet man solche Batterien häufig im Grubenbetrieb für Förderlokomotiven. Bei den Panzerplattenbatterien ist bei Wahl der Anwendungszwecke darauf zu achten, daß eine genügende Zeit für die Ladungen zur Verfügung steht.

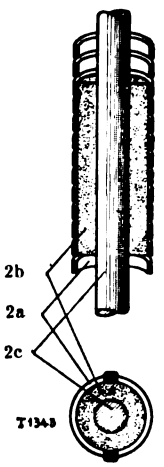


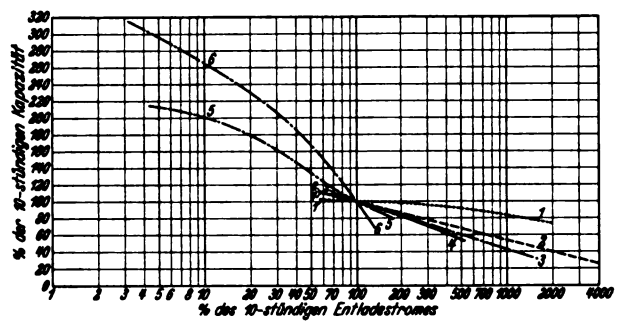
Abb. 1. Panzerplattenröhrchen.

Zu 2. Batterien mit alkalischem Elektrolyt.

Die Batterien mit alkalischem Elektrolyt können durch die Verwendung von Stahlblech als Konstruktionselement äußerst stabil ausgeführt werden. Die positiven Platten sind entweder als Röhrchenplatten oder als Taschenplatten ausgebildet. Die aktive Masse beider Plattenarten besteht aus Nickeloxyd mit einigen Zusätzen. Die negativen Platten sind durchweg als Taschenplatten ausgeführt und besitzen als aktive Masse entweder Eisen oder Kadmium. Eingebaut sind die Plattensätze in Gefäße aus vernickeltem Stahlblech. Gegenüber Bleibatterien benötigen die alkalischen Batterien eine um etwa 60 % größere Zellenzahl. Als besonders günstiges Merkmal der alkalischen Batterien ist anzusehen, daß sie eine größere Unempfindlichkeit gegenüber schlechter Behandlung, Stehenlassen im entladenen Zustand und Überladungen, ja auch Kurzschluß haben. Es ist aber zu beachten, daß der Spannungsabfall und die Erwärmung bei alkalischen Batterien höher liegen als bei Bleibatterien und so die spezifische Belastung begrenzen. Die Unterhaltungskosten der alkalischen Batterie liegen sehr günstig und beschränken sich in der Hauptsache auf die Auswechselung der Lauge nach einer Gebrauchszeit von 12 bis 18 Monaten.

Anwendung finden die alkalischen Batterien dort, wo sonst Bleibatterien auf Fahrzeugen benutzt werden und wo die höheren Beschaffungskosten und die Mehrkosten für Ladeenergie nicht ausschlaggebend sind, dagegen anderseits ein besonderer Wert auf lange Lebensdauer gelegt wird. Es ist dies besonders der Fall bei Batterien für Antriebszwecke. Bei besonders rauhen Betriebsverhältnissen und starken Entladungen, wie in Grubenlokomotiven und Verschiebelokomotiven, wählt man vorzugsweise alkalische Batterien mit Röhrchenplatten, da die Röhrchen der positiven Platten diesen Anforderungen besonders gut standhalten. Auch für viele andere Anwendungszwecke, wie Beleuchtungsbatterien, und besonders wieder dort, wo ungünstige Betriebsverhältnisse vorherrschen, haben alkalische Batterien Eingang gefunden.

Vorstehende Schilderung der Batteriearten und ihrer Hauptanwendungsgebiete soll dem Fernerstehenden einen Anhalt über den möglichen Einsatz der einzelnen Batterietypen für bestimmte Zwecke geben. Die Beurteilung über die Verwendbarkeit der einzelnen Typen wird jedoch erleichtert durch Schilderung einiger hervorstechender Eigenschaften der Akkumulatoren, und zwar besonders in bezug auf Veränderlichkeit ihrer Kapazität. Das in Abb. 2 gegebene Kurvenblatt soll einen Überblick geben über die Kapazitätsänderung der verschiedenen oben angeführten Plattentypen in Abhängigkeit von der Belastung mit verschiedenen Stromdichten. Die Tendenz der einzelnen Kurvenzüge gibt gleichzeitig einen Hinweis auf das geeignete Anwendungsgebiet. Zu diesem Zweck ist die Kapazität von 6 verschiedenen Plattentypen auf einen Bezugswert gebracht worden, indem die Kapazitätsentnahme in 10 h als Einheitswert angenommen und gleich 100 gesetzt wurde. Je nach der Konstruktion verändern nun die Platten bei Belastung mit geringeren oder höheren Strömen, als sie dem 10stündigen Strom entsprechen, ihre Kapazität in verschiedener Weise. Wir sehen, daß die Plattentypen *1* ··· *4* bei Entladung mit schwächerem Strom als dem 10stündigen nur wenig in ihrer Kapazität zunehmen, anderseits aber auch bei Entladung mit stärkeren Strömen einen beträchtlichen Teil der Kapazität noch hergeben. Besonders trifft dies zu für die alkalischen Akkumulatoren und für Bleiakkumulatoren mit dünnen Gitterplatten. Die Kurve für transportable Akkumulatoren mit positiven Großoberflächen-Platten würde praktisch mit Kurve *3* zusammenfallen. Umgekehrt haben dickere Platten, insbesondere Masseplatten, einen bedeutenden Kapazitätsanstieg bei Beanspruchung mit sehr schwachen Strömen, während sie bei Belastung mit stärkerem Strom als dem 10stündigen nur noch geringe Kapazität hergeben. Das Kurvenblatt zeigt also einmal prinzipiell die Veränderlichkeit der Kapazität mit der Größe der Strombelastung und anderseits den Anwendungsbereich, der für die einzelnen Plattentypen besonders geeignet ist.



1 alkalisches Edisonelement mit positiven Röhrchenplatten
2 Bleiakkumulator mit dünnen positiven und negativen Gitterplatten (3 mm dick)
3 Bleiakkumulator mit positiven Panzer- (Röhrchen-) Platten und negativen Gitterplatten
4 ortsfester Bleiakkumulator mit positiven Großoberflächen-Platten und negativen Kastenplatten
5 Bleiakkumulator mit positiven Masseplatten (6 mm) und negativen Gitterplatten
6 Bleiakkumulator mit positiven Rahmen-Masseplatten (14 mm) und negativen Masseplatten (18 mm dick)

Abb. 2. Kapazitätsänderung verschiedener Platten, abhängig vom Entladestrom.

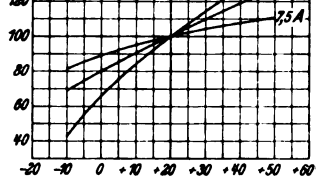


Abb. 3. Kapazität einer Starterbatterie bei verschiedenen Temperaturen und Entladeströmen in Prozent ihrer Kapazität bei 20 ° C.

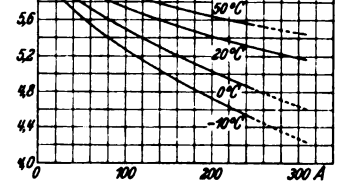


Abb. 4. Belastungsspannung von Starterbatterien von 75 Ah bei verschiedenen Entladeströmen und Temperaturen.

Eine weitere Eigenschaft, die die Kapazität der Akkumulatoren in starkem Maße beeinflußt, ist die Abhängigkeit von der Temperatur des Elektrolyten. In Abb. 3 ist hierfür ein Beispiel an Hand einer Starterbatterie mit dünnen Gitterplatten gezeigt. Die Kapazität dieser Batterie bei Entladung mit den Stromstärken 7,5 A, 45 A und 250 A ist bei 20 ° C jeweils gleich 100 % gesetzt. Die Veränderlichkeit der Kapazität in Abhängigkeit von der Temperatur bei diesen angegebenen Entladeströmen ist aus

Digitized by Google

dem Kurvenbild ersichtlich. Es ist weiter daraus ersichtlich, daß, je höher der Entladestrom ist, um so stärker auch die Abhängigkeit von der Temperatur ist. Während diese Tendenz bei den Bleibatterien mehr oder weniger erkennbar ist, ist der Temperaturkoeffizient bei alkalischen Batterien in besonders starkem Maße abhängig von der Natur und Struktur der aktiven Massen. Es soll deshalb davon abgesehen werden, ein Tendenzbild wie für die Bleibatterien zu geben.

In demselben Sinne, wie die Kapazität mit der Temperatur veränderlich ist, ist es auch die Belastungspannung (bei Anwendung verschiedener Ströme und bei verschiedenen Temperaturen). Hierüber gibt an Hand desselben Beispiels das in Abb. 4 gezeigte Kurvenblatt Auskunft. Jeder Kurvenzug bedeutet hier die Verbindungslinie der Punkte der Anfangspannung einer 6 V-Starterbatterie bei verschieden starker Belastung bei den Temperaturen — 10 °, 0 °, 20 ° und 50 ° C. Unter Anfangspannung ist hier die Spannung zu verstehen, die nach einer Kapazitätsentnahme von 10 % sich eingestellt hat. Das Kurvenbild zeigt, daß der Temperaturkoeffizient nicht einheitlich ist und um so mehr ansteigt, je tiefer die Temperatur und je stärker die Belastungsstromstärke ist.

Es ist nicht Aufgabe der vorliegenden Umschau, über die weiteren Eigenschaften der Akkumulatoren zu berichten; die beiden vorher geschilderten Eigenschaften dürften dem Ingenieur der Praxis als besonders augenfällig die wichtigsten sein. Zweck und Sinn der Zeilen war lediglich, das umfangreiche Gebiet der Akkumulatoren in möglichst einfacher Weise dem Fernerstehenden zu schildern und darzulegen, daß bestimmte Gesetzmäßigkeiten hier wie überall maßgeblich sind, die jedoch bei genügender Erkenntnis zu irgendwelchen Schwierigkeiten in der Anwendung der Akkumulatoren keinerlei Anlaß geben.

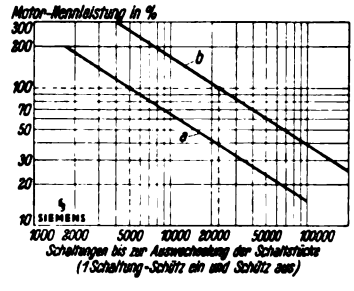
O. Clemens.

Schaltleistung und Lebensdauer von Kupferschaltstücken für Schalt- und Steuergeräte.

Von L. Weiler, Berlin.

Übersicht. Es werden die Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen über die Schaltleistung von Schalt- und Steuergeräten in ihrer Beziehung zur Lebensdauer von Kupferschaltstücken in Luft und unter Öl beschrieben. Ferner wird auf eine Möglichkeit zur Steigerung der Lebensdauer der Schaltstücke durch Verwendung besonderer Kontaktmetalle hingewiesen.

Schaltleistung und Lebensdauer[1]) der Schaltstücke sind für die Bewertung eines Steuergerätes von grundlegender Bedeutung. Trotzdem enthalten die Preislisten für Steuergeräte gerade über die Lebensdauer der Schaltstücke keine oder nur unzureichende Angaben, und sehr verwunderlich ist es, daß auch die Verbraucher nur selten eine Frage zur Lebensdauer der Schaltstücke stellen. Auch in den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Steuergeräten, Widerstandsgeräten und Bremslüftern" des VDE[2]) sind über die Lebensdauer der Schaltstücke keine Vorschriften gegeben. Wohl hat der Ausschuß für aussetzende Betriebe versucht, Richtlinien über die Lebensdauer der Schaltstücke aufzustellen, es fehlten jedoch s. Z. hierzu einwandfreie Unterlagen.



a Kurzschlußläufer, 500 V, 50 Hz
Einschaltstrom = 6× Motornennstrom
Ausschaltstrom = Motornennstrom,
b Schleifringläufer, 500 V, 50 Hz,
Einschaltstrom = 2× Motornennstrom
Ausschaltstrom = Motornenustrom

Abb. 1. Schaltleistung der Kupferschaltstücke von Ölschützen für Drehstrom[3]).

Einen Beitrag zur Klarstellung der Beziehung der Schaltleistung zur Lebensdauer der Schaltstücke zu geben, ist der Zweck der Arbeit. Die Untersuchungen hierzu wurden im Schaltwerk der Siemens-Schuckertwerke an verschiedenen Steuergerätekonstruktionen (Ölschütze, Luftschütze, Steuerwalzen und Steuerschalter) durchgeführt. Im Rahmen des Aufsatzes können nur die ausgewerteten Ergebnisse mit kurzen Erläuterungen angeführt werden.

1. Ölschütze (Abb. 1 und 2).

Für den Praktiker ergibt sich die leicht einprägsame Regel: Die Lebensdauer der Kupferschaltstücke steigt bei halber Motornennleistung auf etwa das 3fache. Bemerkenswert ist der große Einfluß des Einschaltstromes auf den Kontaktabbrand. Dieser ist beim Einschalten des 5fachen Motornennstromes etwa 8 ··· 10mal größer als beim Ausschalten des Motornennstromes, möglichst prellfreie Schaltstücke vorausgesetzt. Prellende Schaltstücke erhöhen den Kontaktabbrand außerordentlich. Bei jedem Kontaktschluß der flatternden Schaltstücke wird der vorhandene Ölfilm von der Spannung durchschlagen und bei jeder Öffnung ist der Einschaltstrom des Motors zu unterbrechen. Das Schaltfeuer erzeugt in den Schaltstücken kraterähnliche Einbrennungen, wie aus Abb. 2 zu ersehen ist.

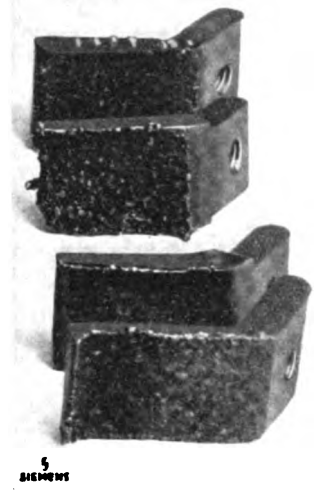


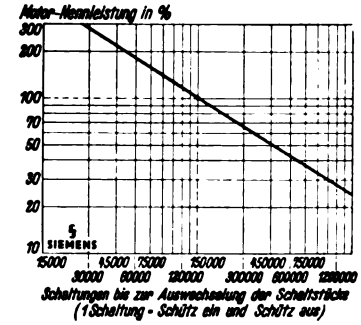
Abb. 2. Schaltstücke aus Drehstrom-Ölschützen.

2. Luftschütze (Abb. 3 und 4).

Die für Ölschütze gegebene Regel über die Lebensdauer der Schaltstücke gilt in gleicher Weise auch für Luftschütze. Die Lebensdauer der Schaltstücke in Luft liegt jedoch wesentlich höher, was aus Abb. 1 und 3 zu ersehen ist. Auf gleiches Gewicht des abbrennbaren Kupfers bezogen, ergibt sich zugunsten des Luftschützes eine noch höhere Lebensdauer. Sie ist im allgemeinen 15- bis 20mal größer als die der Schaltstücke unter Öl und erreicht häufig auch höhere Werte. Abb. 4 zeigt das abgebrannte Schaltstück eines Luftschützes.

3. Steuerwalzen und Steuerschalter.

Die Abbrandregel für Kupferschaltstücke der Öl- und Luftschütze nach Abb. 1 und 3 besitzt auch für Steuerwalzen und Steuerschalter Gültigkeit, sowohl für Öl- als auch für Luftgeräte. Auf eine Einschränkung ist jedoch hinzuweisen. Bei den Schützen erfolgen der Kontakt-



Kurzschluß- und Schleifringläufer, 500 V, 50 Hz
Gleichstrom-Hauptschlußmotoren 500 V
Einschaltstrom = bis 6 × Motornennstrom
Ausschaltstrom = Motornennstrom

Abb. 3. Schaltleistung der Kupferschaltstücke von Luftschützen für Gleich- und Drehstrom[3]).

[1]) Die Lebensdauer der Schaltstücke gibt die Zahl der Schaltungen an, die bis zum Verbrauch des für den Abbrand vorgesehenen Kupfers, also bis zur Auswechselung der Schaltstücke ausgeführt werden können. Eine Einschaltung und eine Ausschaltung des Gerätes bilden eine Schaltung im Sinne der Lebensdauer.

[2]) VDE 0655/1927.

[3]) Motorstrom bei 100 % Motorleistg. = zuläss. Dauerstrom der SSW-Schützkonstruktionen. Die Schaltleistung bei gleicher Lebensdauer der Schaltstücke ist proportional der Motorbetriebspannung.

Digitized by Google

schluß und die Kontaktöffnung momentan, sobald der Druckknopf getastet oder die Meisterwalze geschaltet wird. Auch bei den Steuerwalzen und Steuerschaltern sind Vorrichtungen getroffen — in der Regel ist ein Rastenrad mit gefedertem Rollenhebel und Skalenscheibe angeordnet —, um dem Bedienungsmann die Schaltstellung sichtbar und fühlbar zu machen, aber auch, um durch die Entspannung der Rollenhebelfeder ein momentanes Schalten in die Schaltstellung zu erzwingen. Es kann zugegeben werden, daß eine solche Einrichtung nur dann zuverlässig arbeitet, wenn die Bedienung durch genaues Schalten von Stellung zu Stellung die Rastung unterstützt. Zur Verringerung der aufzuwendenden Steuerarbeit wird jedoch häufig die Rastung der Geräte herausgenommen. Durch unsauberes Schalten stellt sich dann ein wesentlich größerer Kontaktverschleiß ein. Die Lebensdauer der Schaltstücke von Steuerwalzen und Steuerschaltern hängt daher in erster Linie von der Bedienung ab. Trotzdem aber ist die Angabe der Lebensdauer der Schaltstücke durchaus möglich, nämlich bei korrektem Schalten von Stellung zu Stellung.

Abb. 4. Schaltstück aus einem Gleichstrom-Luftschütz.

4. Schaltstücke aus Edelmetall für erhöhte Lebensdauer.

Zur Steigerung der Lebensdauer der Schaltstücke sind in jüngster Zeit besondere Kontaktmetalle in verschiedener Zusammensetzung und Herstellung entwickelt worden. Versuch und Praxis mit Kupferschaltstücken, die mit Edelmetallauflage versehen waren, ergaben eine Steigerung der Lebensdauer bis zum 5 ··· 8fachen Wert bei gleicher Schaltleistung gegenüber Kupferschaltstücken. Die Verwendung derartiger Schaltstücke wird sich besonders bei den Steuergeräten für Hütten- und Walzwerksbetriebe mit größter Schalthäufigkeit einbürgern.

Geräuschmessungen an elektrischen Maschinen*).

(Mitteilung aus dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung.)

Von Walter Willms, Berlin.

(Schluß von S. 28.)

Die Messung eines Geräusches geschieht nun nach Vorschrift durch Vergleich mit dem Normalton. Ein bekanntes Gerät hierfür ist der Barkhausen-Geräuschmesser, in dem der Normalton in einem Telephonhörer gegeben wird. Früher hat man auch den Verdeckungseffekt zur Messung der Lautstärke herangezogen. Da diese Meßmethode jedoch nicht der Lautstärkedefinition entspricht, wird sie heute im allgemeinen nicht mehr angewendet. Eine Lautstärkemessung mit dem Barkhausen-Geräuschmesser ist etwas schwierig, wenn große Genauigkeit und Objektivität verlangt werden. Das Ergebnis kann auf etwa 5 Phon genau angegeben werden. Aus diesem Grunde ist das Bedürfnis nach einem objektiven Geräuschmesser, der mit Mikrophon und Verstärker arbeitet und damit die Unsicherheiten der subjektiven Beobachtung ausschaltet, frühzeitig aufgetaucht.

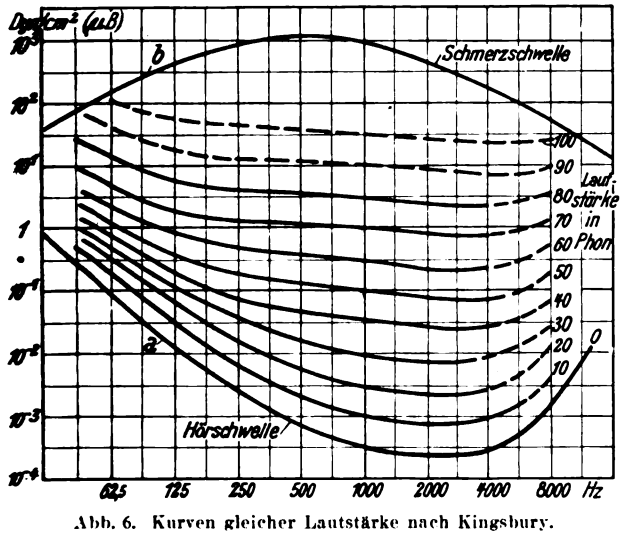


Abb. 6. Kurven gleicher Lautstärke nach Kingsbury.

Der Gang der Lösung ist bereits angedeutet worden, nämlich die Verwendung eines Schalldruckmessers, der wie das Ohr die Frequenzen verschieden bewertet[12]). In Abb. 6 sind die bekannten Kurven gleicher Lautstärke, gewissermaßen die Bewertungskurven des Ohres für verschiedene Frequenzen, wiedergegeben; sie sind gegenüber den Originalkurven[13]) etwas in der Ordinatenrichtung entsprechend unserer Lautstärkedefinition verschoben. Neuere Messungen[14]) zeigen gegenüber Abb. 6 kleine Abweichungen. Ein Schalldruckmesser, dessen Frequenzkurve nach einer Kurve gleicher Lautstärke verläuft, zeigt also für reine Töne dieses Lautstärkeniveaus nicht die Schallstärke, sondern die Lautstärke an, die man direkt auf die Instrumentenskala aufschreiben kann. Die absolute Empfindlichkeit des Gerätes ist entsprechend der Definition des Normaltones so, daß es für 1000 Hz und einen Schalldruck von beispielsweise 1 μB eine Lautstärke von 70 Phon anzeigt. Nun kann man zwar in dem praktisch ausgeführten Gerät nicht für jedes Lautstärkeniveau eine andere Kurve nehmen, sondern man greift eine mittlere oder mehrere heraus. In dem Lautstärkemesser, der für die Messungen an elektrischen Maschinen gebaut wurde, sind drei verschiedene Frequenzkurven verwendet worden, die dem 30-, 60- und 80 Phon-Niveau entsprechen.

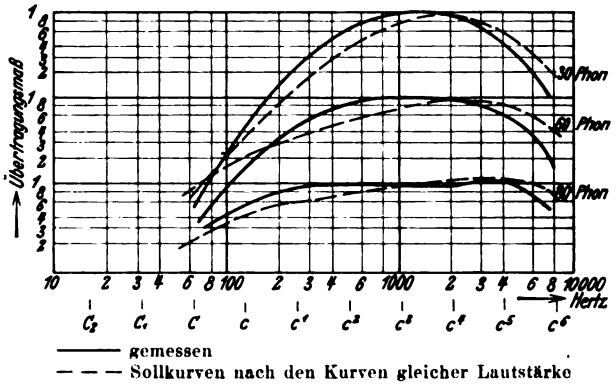


Abb. 7. Frequenzkurven des Lautstärkemessers.

Es ist erwünscht, einen möglichst großen Lautstärkebereich auf dem Anzeigeinstrument unterzubringen. Durch Ausfeilen der Polschuhe des Drehspulinstrumentes ist es gelungen, einen Bereich von 30 Phon auf der Skala unterzubringen, wobei zu berücksichtigen ist, daß der Gleichrichter im quadratischen Teil seiner Kennlinie benutzt wird. Die logarithmische Phonskala erscheint in einer fast

*) Vortrag, gehalten am 15. V. 1934 in der außerordentlichen Sitzung des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens. Besprechung auf S. 69 dieses Heftes.

12) F. Trendelenburg, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 51, S. 232 (1933).

13) B. A. Kingsbury, Physic. Rev. Bd. 29, S. 588 (1927).

14) H. Fletcher, W. A. Munson, Bell Syst. techn. J. Bd. 12, S. 377 (1933).

Digitized by Google

linearen Teilung. Um den gesamten Lautstärkebereich unterzubringen, ist die Anwendung eines besonderen Spannungsteilers erforderlich, entspricht doch dem Lautstärkebereich ein Amplitudenverhältnis von 1 : 1 000 000. Im Lautstärkemesser ist dies nach einem Vorschlag von F. Trendelenburg[14a]) in der Weise ausgeführt worden, daß die einzelnen Verstärkerstufen abgeschaltet werden. Zur Messung leiser Geräusche von 20 ··· 50 Phon werden drei Verstärkerstufen benutzt, bei größeren Lautstärken zwei Stufen, bei den größten Lautstärken eine Verstärkerstufe. Gleichzeitig ist es so in einfacher Weise möglich, die verschiedenen Kurven gleicher Lautstärke einzuschalten. Man kann nämlich die Nachbildung der Kurven genügend genau durch Wahl kleiner Kopplungskondensatoren zwischen den Verstärkerstufen erreichen. Eine Verstärkerstufe hat ungefähr einen Frequenzgang wie die 80 Phon-Kurve. Werden zwei oder drei Verstärkerstufen mit diesem Frequenzgang hintereinandergeschaltet, so verstärkt sich der Frequenzgang, wie es auch die Kurven gleicher Lautstärke tun. Auf diese Weise werden Potentiometeranordnungen und besondere Verzerrungsnetzwerke vermieden. Die Anordnung hat ferner den großen Vorteil, daß der Verstärker bei großen Lautstärken um so stabiler wird, weil weniger Röhren benutzt werden. Abb. 7 gibt einen Vergleich zwischen den Frequenzkurven des Gerätes und den Lautstärkekurven von Kingsbury.

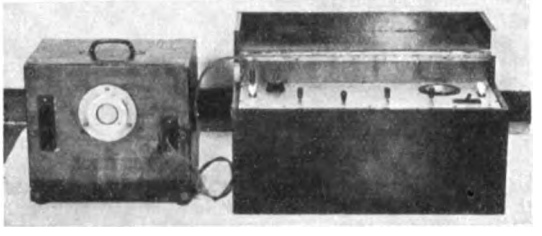


Abb. 8. Objektiver Lautstärkemesser (Meßbereich 20 ··· 120 Phon).

Abb. 8 zeigt die Ansicht des Gerätes. Alle Batterien sind im Gerät untergebracht. Vor der Messung ist die Eichung nachzuprüfen. Wenn ein Ton bekannter Stärke von einem geeichten Telephon auf das Mikrophon einwirkt, muß sich ein bestimmter Ausschlag des Instrumentes einstellen. Kleine Unterschiede werden mit dem Eingangspotentiometer ausgeglichen.

Die praktischen Erfahrungen mit dem Geräuschmesser im Laufe der letzten 2½ Jahre sind recht gut gewesen. Hervorzuheben sind die leichte Tragbarkeit des Gerätes, seine schnelle Meßbereitschaft, die Möglichkeit, kleine Lautstärkeveränderungen gut messen zu können, und der große Meßbereich, der von leisen Geräuschen von 15 Phon bis zu sehr starken von 120 Phon Lautstärke geht. Es sind neben Geräuschmessungen an elektrischen Maschinen Lautstärkemessungen in Wohnungen und an Fahrzeugen ausgeführt worden[15]). Überall haben sich die Werte durch Kontrolle mit dem Barkhausen-Geräuschmesser bestätigen lassen. Nur bei knallartigen Geräuschen, z. B. von Explosionsmotoren, wurden systematische Abweichungen beobachtet; das Gerät zeigte zu kleine Werte an. Bis zu einem gewissen Grade kann man diesen Fehler dadurch verbessern, daß man als Anzeigeinstrument einen Impulsmesser verwendet. Dieser kann z. B. als Zusatzgerät ausgeführt werden, das nur bei knallartigen Geräuschen verwendet wird. Für Geräusche elektrischer Maschinen kommen diese Erwägungen im allgemeinen nicht in Frage, weil die Geräusche zeitlich konstant sind. Aber auch hier ist es günstig, ein nicht zu träges Instrument zu verwenden, sondern ein solches von kleiner Einstellzeit, damit es Schwankungen in der Lautstärke, die für das Geräusch charakteristisch sind, besser wiedergibt.

Der Einfluß der Einstellzeit des Anzeigeinstrumentes zeigt deutlich, daß zwischen den Angaben des Gerätes und der Lautstärkeempfindung des Ohres ein Unterschied bestehen muß. Es sind auch noch andere subjektive Eigentümlichkeiten beim Hören wirksam, die man mit einem objektiven Gerät nicht nachbilden kann. In letzter Zeit haben Fletcher und Munson[15a]) eingehende Messungen darüber angestellt, wie sich die Lautstärke aus den einzelnen Komponenten des Schalles zusammensetzt. Es zeigte sich hierbei, daß die Gesamtlautstärke von der Lautstärke der Teiltöne und von ihrem gegenseitigen Frequenzabstand abhängt; ferner hat man mit Verdeckungseffekten der Teiltöne untereinander zu rechnen und mit neuem Auftreten von subjektiven Teiltönen infolge der Nichtlinearität des Ohres. Auf der anderen Seite sind von Steudel[16]) nähere Untersuchungen über die Wirkung knallartiger Vorgänge auf das Ohr ausgeführt worden, die auch hier weitergehende Erkenntnisse brachten. Mit diesen Erkenntnissen von der Vielgestaltigkeit des Problems rückt aber zugleich die Möglichkeit einer genauen Nachbildung all dieser Faktoren in einem objektiven Gerät in noch weitere Ferne. Einem Mißverständnis sei hier vorgebeugt. Es war von vornherein klar, daß die objektive Lautstärkemessung nur eine Annäherung an die wirkliche Lautstärke geben konnte, und nur die Praxis war imstande zu entscheiden, ob diese Annäherung ausreicht oder nicht. Dieser Gesichtspunkt ist manchmal etwas unterschlagen worden, indem die Nachbildung der Kurven gleicher Lautstärke als die einzige und wirkliche Lösung des Problems überhaupt dargestellt wurde.

Bei der Wichtigkeit des objektiven Geräuschmessers für die meßtechnische Seite der Lautstärkebestimmung dürfte es daher der richtige Weg sein, daß man bei dem objektiven Geräuschmesser die Nachbildung der Ohreneigenschaften nicht zu weit treibt, sondern sich zugunsten eines einfachen und handlichen Meßgerätes auf die wesentlichsten beschränkt. Es ist natürlich unbedingt notwendig, daß die Ausführung sämtlicher Geräuschmesser einheitlich festgelegt wird. Richtlinien für den Bau von Geräuschmessern sind bereits vom Fachausschuß für Lärmminderung in Zusammenarbeit mit der Firma Siemens & Halske ausgearbeitet worden.

5. Beispiele und allgemeine Gesichtspunkte für die Lautstärkemessung.

Beispiele von Geräuschmessungen an elektrischen Maschinen sollen hier nur soweit angeführt werden, als sie allgemeines Interesse haben. Die Ausführung der Messungen wurde von den Firmen durch Bereitstellung von Motoren freundlichst unterstützt.

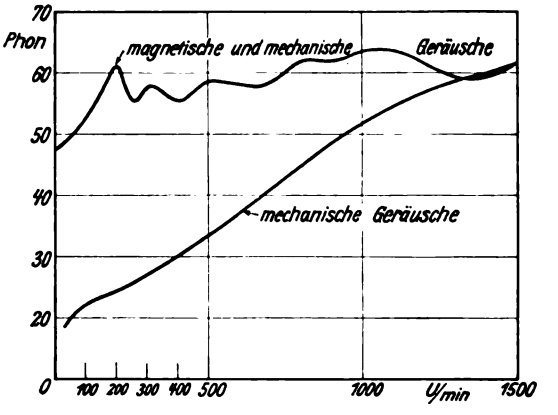


Abb. 9. Lautstärke eines Drehstrommotors, magnetisches und mechanisches Geräusch getrennt aufgenommen.

Die Geräusche an elektrischen Maschinen kann man nach ihrer Ursache trennen in die magnetischen und mechanischen Geräusche. Abb. 9 zeigt diese beiden Geräuscharten an einem Beispiel. Ein Drehstrommotor wurde durch ein Gegenmoment einer zweiten Maschine abgebremst und so stark belastet, daß er nur mit ganz geringer Drehzahl lief oder gar stehenblieb. Hierbei wurden einige Resonanzstellen langsam durchlaufen, so daß man das bei der betreffenden Drehzahl auftretende Geräusch gut messen konnte (obere Kurve). Wenn man denselben Motor ohne Strom durch den Belastungsmotor antreiben läßt, der in einem schallisolierten Nachbarraum steht, so ergibt sich die untere Kurve, die bei denselben Drehzahlen die Größe des mechanischen Geräusches allein zeigt. Die mechanischen Geräusche sind bei niedrigen Drehzahlen bei weitem kleiner als bei den hohen. Sie erreichen später fast dieselbe Größe wie die magnetischen. Die Gesamtlautstärke des Motors nimmt bei höheren Drehzahlen sogar etwas ab.

Der Einfluß eines schlechten Fundamentes besteht meist darin, daß die Lautstärke durch Verbesserung der

14a) Wie Fußnote 12.
15) E. Meyer u. W. Willms, Z. VDI Bd. 76, S. 983 (1932).
15a) Wie Fußnote 14.

16) U. Steudel, Hochfrequenztechn. Bd. 41, S. 116 (1933).

Digitized by Google

Abstrahlung erhöht wird (s. Abb. 5). Steht der Motor z. B. auf einer Zimmerdecke, so wird sowohl die Lautstärke in dem Zimmer selbst als auch besonders in dem darunterliegenden Raum erhöht. Ein Motor mit einer Leistung von 0,6 kW, der eine Lautstärke von 48 Phon hatte, wurde z. B. auf einem Brett von 1 m² Fläche befestigt. In demselben Raume stieg darauf die Lautstärke auf 56 Phon, also um 8 Phon, an. Unterhalb des Brettes, das die Decke eines Raumes bildete, stieg die Lautstärke von 28 auf 58, also um 30 Phon. Im folgenden soll immer von dieser Lärmerhöhung durch Fundamentabstrahlung abgesehen werden. Für die Messungen wurden die Motoren, wenn es deren Größe erlaubte, an Drähten elastisch aufgehängt. Auf diese Weise sind zum Beispiel Richtungsdiagramme an Motoren aufgenommen worden. Die Messungen wurden im schallgedämpften Raum ausgeführt. Die Wände des Raumes, ebenso die Decke und der Boden sind mit stark schallabsorbierendem Material belegt. Der Raum verhält sich akustisch annähernd so wie das Freie. Abb. 10 zeigt das Richtungsdiagramm eines Motors. Es ist in Polarkoordinaten die Lautstärke aufgetragen, die man in 1 m Abstand vom Motor mißt. Es ergibt sich fast ein Kreis; in einigen Fällen ist er noch besser kreisrund ausgebildet als in Abb. 10.

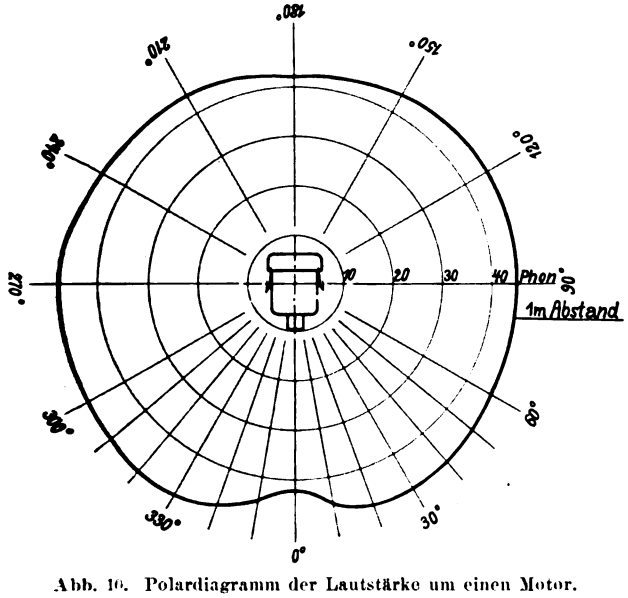


Abb. 10. Polardiagramm der Lautstärke um einen Motor.

Schwingungen des Motors oder des Fundamentes lassen sich in einfacher Weise mit dem Lautstärkemesser nachweisen, indem man an Stelle des Mikrophons einen Tonabnehmer verwendet oder einen Körperschallempfänger und hiermit die Schwingungen abtastet.

Bei der Lautstärkemessung von Motoren und Motorsätzen, die mit verschiedener Drehzahl betrieben werden konnten, zeigte sich ein einfacher Zusammenhang zwischen der Zunahme der Drehzahl und der Lautstärke (s. Abb. 11). Die Kurven haben ziemlich genau eine Steigung von 6 Phon bei Verdoppelung der Drehzahl. Werden bei Erreichung der höheren Drehzahl Resonanzen des Fundamentes oder der Maschine angeregt, so kann dies einfache Gesetz natürlich nicht stimmen. Bei einer Kurve der Abb. 11 ist dies offenbar der Fall. Eine ähnliche Erscheinung, nämlich eine Lautstärkezunahme um 6 Phon, wurde auch bei anderen Geräuschquellen festgestellt, z. B. bei Fahrzeugen, wenn deren Geschwindigkeit verdoppelt wird. Die absolute Lautstärke der Motoren ist dagegen sehr verschieden groß. Es besteht kein erkennbarer Zusammenhang zwischen Leistung und Lautstärke, d. h. die an sich wohl bestehende Beziehung wird durch die Eigenheiten der Konstruktion vollkommen verwischt.

Um die Lautstärkeangaben näher zu präzisieren, ist die Angabe der Meßentfernung und der Eigenschaften des Raumes erforderlich. Ist die Geräuschquelle von einem Raum mit reflektierenden Wänden umgeben, so wird der Schall durch Rückwürfe an den Wänden verstärkt. Die Größe, auf die sich der Schall letzten Endes einstellt, ist nur gegeben durch die Schalleistung N der Schallquelle und durch die Absorption A des Raumes. Die sich so einstellende mittlere Energiedichte E_m wird durch die Formel

$$E_m = \frac{4N}{cA}$$

angegeben, die für kleine Absorptionen gültig ist (c ist die Schallgeschwindigkeit). Im Freien breitet sich der Schall kugelförmig aus. Die Energiedichte in der Entfernung r von der Schallquelle ist gegeben durch

$$E_d = \frac{N}{4\pi c r^2}.$$

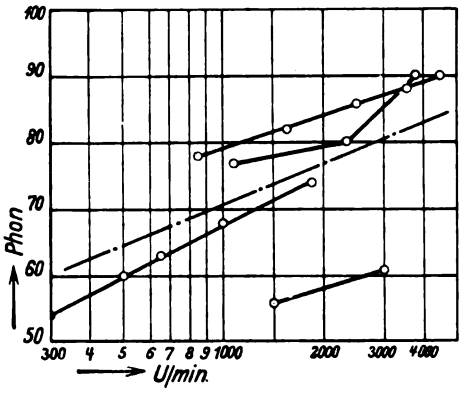


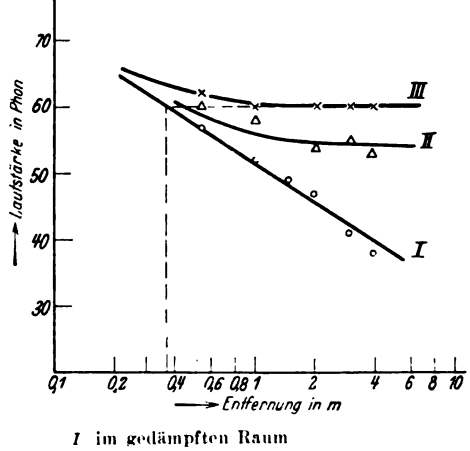
Abb. 11. Abhängigkeit der Lautstärke von der Drehzahl bei verschiedenen elektrischen Maschinen.

In geschlossenen Räumen findet zuerst eine kugelförmige Ausbreitung des Schalles statt, bis die Energiedichte ungefähr den Wert E_m erreicht hat, der durch den Raum bestimmt wird. Dann bleibt die Lautstärke annähernd konstant. In einem Raum mit kleiner Absorption haben wir daher folgendes Bild für die Verteilung der Lautstärke. In der Nähe der Schallquelle eine quadratische Abnahme der Energiedichte, d. h. ungefähr 6 Phon Lautstärkeabnahme bei Verdoppelung der Entfernung, dann hat die Lautstärke einen konstanten Wert.

Bezeichnen wir den Radius des Kreises um die Schallquelle, bei dem die Energiedichte E_d von der direkten Strahlung ebenso groß ist wie die Energiedichte E_m, die sich in dem betreffenden Raume einstellt, als Grenzradius der direkten Strahlung, so ergibt sich durch Gleichsetzen der beiden Ausdrücke

$$r_g = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{A}{\pi}},$$

der Grenzradius hängt also nur von der Absorption des Raumes ab. In den Punkten dieses Grenzradius sind E_d und E_m gleich, es tritt also eine Verdoppelung der Energiedichte ein, entsprechend einer Lautstärkeerhöhung um 3 Phon gegenüber der Lautstärke im übrigen Raum.



I im gedämpften Raum
II in einem Raum normaler Absorption
III im Hallraum

Abb. 12. Lautstärke eines Motors in verschiedenen Entfernungen.

Ein Beispiel für das Gesagte ist in Abb. 12 wiedergegeben. Kurve *I* zeigt die Lautstärke, gemessen in den auf der Abszisse angegebenen Entfernungen im schallgedämpften Raum. Die Kurve ist eingezeichnet mit 6 Phon Lautstärkeabnahme bei Verdoppelung der Entfernung.

Digitized by Google

Kurve *III* zeigt denselben Motor im Hallraum, einem Raum mit vollkommen kahlen Wänden. In diesem Raum ist die Lautstärke praktisch unabhängig von der Stellung des Mikrophons bis auf die unmittelbare Nähe des Motors. Die Absorption des Raumes ist bekannt. Der Mittelwert für die in Betracht kommenden Frequenzen beträgt etwa 4,5 m² offene Fensterfläche. Mit Hilfe der obigen Formel ergibt sich somit ein Grenzradius von 30 cm. Aus dem Schnittpunkt der Kurve *I* mit dem horizontalen Teil von *III* entnimmt man, daß er bei 36 cm liegt, also in ganz guter Übereinstimmung mit der Rechnung ist. Kurve *II* zeigt die Lautstärke desselben Motors in einem Raum, dessen Absorption größer ist als die des Hallraumes. Die Endlautstärke ist entsprechend kleiner, der Verlauf der Kurve stimmt im übrigen mit dem Vorhergesagten überein.

Bei der Festsetzung der Meßvorschrift für die Lautstärkemessung einer Maschine wird man sich entweder für die Extreme des gedämpften Raumes oder des Hallraumes entscheiden müssen. Im gedämpften Raum sind Entfernung und Richtung, in der die Lautstärke gemessen worden ist, anzugeben. Als Lautstärke des Motors wäre beispielsweise der Mittelwert der Messungen in 1 m Entfernung um den Motor anzugeben. Schwierigkeiten bestehen in der praktischen Ausführung; es können nur verhältnismäßig kleine Motoren gemessen werden wegen der Schwierigkeit der Fundamentierung im gedämpften Raum. Weiter erhebt sich die Frage, besonders bei größeren Motoren, von welcher Stelle aus die Entfernung zu rechnen ist. Schließlich ist eine größere Zahl von Messungen auszuführen, um eine gute Mittelwertbildung zu ermöglichen. Es dürfte daher der gedämpfte Raum für die Zwecke der absoluten Lautstärkemessung nicht so gut geeignet sein; dagegen ist er der geeignete Meßraum für akustische Sonderuntersuchungen, wie z. B. Klanganalysen. Im Hallraum wird mit einer Messung die ganze Schalleistung erfaßt. Der Hallraum muß allerdings in seiner Größe und in seiner Absorption festgelegt sein. Kleine Unterschiede zwischen verschiedenen Hallräumen lassen sich rechnerisch ausgleichen. Der Lautstärkeunterschied zwischen zwei Hallräumen verschiedener Absorption A_1 und A_2 ist $10 \log A_1/A_2$. Diese Formel erlaubt auch die Vorausberechnung der Lautstärke des Motors in einem beliebigen Raum, dessen Absorption z. B. durch eine Nachhallmessung bekannt ist. Die Lautstärkemessung im Hallraum gibt überdies die größten Werte der Lautstärke, die im allgemeinen auftreten werden. Die Maschinenräume sind meist kahle Räume und ähneln akustisch dem Hallraum. Man ist also vor der Überraschung sicher, daß ein Motor, dessen Lautstärke vorher in einem schallgedämpften Raum für gut befunden wurde, im Maschinenraum zuviel Lärm macht.

Es würde zweckmäßig sein, die so bestimmte „Lautstärke" einer Maschine oder eines Gerätes mit einem besonderen Worte zu kennzeichnen, beispielsweise mit Normallautstärke, um den Unterschied gegenüber den üblichen Lautstärkeangaben darzutun, die ja nur Sinn haben, wenn sie sich auf eine bestimmte Meßstelle beziehen.

Die Frage, welche Lautstärke soll man zulassen, gibt es eine Maximallautstärke, die man vorschreiben kann, muß man in dieser Form fallen lassen. Sie läuft letzten Endes immer auf die Frage nach der Belästigung durch den Motor hinaus, die man nicht durch eine Maßzahl angeben kann. Wohl aber gibt die Lautstärkemessung ein Maß für das zusätzliche Geräusch, das durch den Einbau der Maschine in den Raum hineinkommt. Es ist immer ein gewisser Geräuschspiegel in einem Raum vorhanden. In sehr stillen Wohnungen hat man einen Störspiegel, der im allgemeinen unter 10 Phon liegt, der vielfach aber durch kurzzeitige Geräusche wie Türen- und Fensterschlagen, Geschirrklappern usw. überschritten wird. In Büroräumen kann man mit etwa 30 ··· 50 Phon rechnen. In einem Raum mit zahlreichen Rechenmaschinen sind sogar 73 Phon gemessen worden[17]). Das Gesamtgeräusch in einem solchen Raum wird nur unwesentlich erhöht, wenn die Maschine, die man hineinbringt, von sich aus ein Geräusch derselben Größe macht. Überwiegt aber ihre Lautstärke um einige Phon den Störspiegel, so ist sie vorherrschend, unterschreitet sie ihn dagegen, so ist sie unwesentlich. Bei einem um etwa 15 Phon kleineren Geräusch ist sie sogar wegen des Verdeckungseffektes meist unhörbar. K. W. Wagner[18]) hat folgende Definitionen für die Bezeichnung der Lautstärke einer Maschine vorgeschlagen:

A. Eine Maschine gilt für einen bestimmten Lärmspiegel als geräuschlos, wenn ihr Geräusch von dem vorhandenen Geräusch vollkommen verdeckt wird.

B. Eine Maschine gilt für einen bestimmten Lärmspiegel als geräuscharm, wenn die von einem objektiven Geräuschmesser angezeigte Lautstärke durch das Hinzutreten des Maschinengeräusches nicht merklich, d. h. nicht meßbar, erhöht wird.

Die Definition B würde zulassen, daß eine geräuscharme Maschine wohl noch aus dem Lärmspiegel herausgehört werden kann, daß sie aber keinen wesentlichen Beitrag zur Lautstärke liefert. Die Frage nach der Eingruppierung elektrischer Maschinen ihrer Lautstärke nach kann also dahingehend beantwortet werden, daß sie unter bestimmten Voraussetzungen über die Meßgeräte und über die Meßräume durchführbar ist. Diese Gruppierung bleibt auch unter anderen Bedingungen, z. B. in anderen Räumen, richtig, und es ist auch eine Abschätzung der absoluten Lautstärke der Maschine in diesem Raum möglich. Ob die Maschine in diesem Raum als geräuschlos, geräuscharm oder geräuschvoll empfunden wird, hängt von dem Lärmspiegel des Raumes ab; hierfür liefert auch die Klanganalyse einen Anhaltspunkt, indem sie die Art des Geräusches zu beurteilen gestattet.

Zum Schluß möchte ich dem Elektrotechnischen Verein danken, der durch seine Unterstützung den Bau der Geräte ermöglicht hat; ferner habe ich Herrn Professor Dr. K. W. Wagner und Herrn Prof. Dr. E. Meyer für die Förderung der Arbeit meinen herzlichen Dank auszusprechen.

17) Bakos u. Kagan, Z. VDI Bd. 76, S. 145 (1932).
18) K. W. Wagner, Z. VDI Bd. 77, S. 1 (1933).

Fahrtreppen auf Stadtbahnhöfen.

Die Berliner S-Bahn hat z. Z. auf 5 Bahnhöfen 7 Fahrtreppen, die sich beim Publikum großer Beliebtheit erfreuen und damit werbend für die Bahnanlage wirken[1]). Bahntechnisch hat sich ihre Zweckmäßigkeit erwiesen. Störungen sind bisher nur wenig aufgetreten. Am stärksten belastet und über den ganzen Tag im Gebrauch ist die Fahrtreppe auf Bhf. Alexanderplatz. Die selbsttätigen Schaltungen, wie die Fußtrittschaltung bei den beiden Treppen auf Bhf. Schöneberg und die Lichtstrahlschaltung bei der Treppe auf Bhf. Innsbrucker Platz, haben sich durchaus bewährt. Auch auf Bhf. Westkreuz wurde an beiden Fahrtreppen eine Lichtstrahlschaltung eingebaut, doch bedingte die rechtwinklige Lage der Fahrtreppen zu den unteren Bahnsteigen und der nur geringe Raum zwischen unterster Treppenstufe und Bahnsteigkante besondere Ausführungsmaßnahmen. Eine Verlängerung der Holzverkleidungen, die zur Erzielung der Anlaufstrecke zwischen Lichtschranke und der untersten Treppenstufe notwendig ist, hätte den Bahnsteig übermäßig eingeschnürt. Die Fahrtreppen werden daher mittels Radtastern von jedem einfahrenden Zuge in Gang gesetzt und jeder Fahrgast zieht beim Durchschreiten der Lichtschranke das Zeitrelais immer neu auf, so daß die Fahrtreppe erst nach Beförderung des letzten Fahrgastes zum Stillstand kommt.

Die Stromersparnis durch die Selbstschaltung der beiden Treppen auf Bhf. Schöneberg beträgt rd. 35 % bzw. 13 ··· 15 %. Der Unterschied erklärt sich aus den verschiedenen Verkehrsverhältnissen auf jeder Treppe. Auf Bhf. Innsbrucker Platz ist die Inanspruchnahme der Treppe so groß, daß sie einem Dauerbetrieb gleichkommt. Somit konnte keine Stromersparnis festgestellt werden. An einigen Tagen war der Stromverbrauch sogar um ein Geringes höher als beim durchlaufenden Betrieb. Dies spricht durchaus nicht gegen die Zweckmäßigkeit der Lichtstrahlschaltung, sondern ist allein in der Art des Zustromes von Fahrgästen begründet. Demgemäß ist auch beabsichtigt, die Lichtstrahlschaltung auf Bhf. Innsbrucker Platz an geeigneterer Stelle einzubauen. Die Stromersparnis bei den Treppen auf Bhf. Westkreuz ergab sich zu 23 % bzw. 27 %. Die Ersparnis ist geringer als auf Bhf. Schöneberg, da auf Bhf. Westkreuz zahlreiche Leer- und Einsatzzüge durchlaufen, die die Fahrtreppen in Gang setzen, ohne daß Fahrgäste sie benutzen. Immerhin lasse die Höhe der Ersparnis den Einbau von selbsttätigen Schaltvorrichtungen gerechtfertigt erscheinen. Auch auf den Bahnhöfen der neuen Berliner Nord-Süd-Bahn sowie auf dem umzubauenden Bhf. Zoo werden Fahrtreppen eingebaut werden. Auch die ausländischen Bahnen, wie die Pariser Métro und die Londoner Untergrundbahn, sehen Fahrtreppen bei Bahnhofs-Neu- und -Umbauten in großer Zahl vor. *Pge.*

1) Schmelzer, Ztg. Ver. mitteleurop. Eisenb.-Verw. Bd. 74 S. 669.

Digitized by Google

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung Ungarns.

Von E. Wilczek, Budapest.

Übersicht. Nach einer kurzgefaßten Schilderung der Entwicklung der öffentlichen Elektrizitätsversorgung des Landes werden die Kraftwerke bzgl. Leistung, Kraftmaschinen, Stromart und Periodenzahl untersucht. Es werden Angaben über elektrische Energieerzeugung, Leitungsnetz und Landesversorgung gemacht.

A. Die Entwicklung der Stromversorgung und die Energieträger.

Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft Ungarns wurde durch die nach dem Weltkrieg erfolgte Verstümmelung des Landes beeinflußt. Der Gewaltfrieden verminderte den Schatz an Energieträgern in katastrophalem Ausmaße[1]). Der größte Teil der verbliebenen Kohlen ist minderwertig, der Ausbau der Wasserkräfte verhältnismäßig teuer. Diesem letzteren Umstande entsprechend spielt gegenwärtig die Erzeugung elektrischen Stromes mittels Wasserkraft eine untergeordnete Rolle. Diese Gründe sowie die fortdauernden Umstürze und die Inflation haben auf Jahre hinaus jede wirtschaftliche und technische Tätigkeit, insbesondere auch die Elektrisierungsarbeit, lahmgelegt. Erst 1922 zeigten sich die ersten bescheidenen Ergebnisse der neu auflebenden Tätigkeit.

In Vorkriegszeiten und auch nach dem Kriege bis ungefähr 1926 war die Entwicklung in der Hauptsache auf die örtliche Versorgung eingestellt, sie entsprach jedoch weder den wirtschaftlichen noch den technischen Erfordernissen.

Infolge der obenerwähnten Verschiebung der Energieträger bilden die Kohlenbergwerke — in der Hauptsache Braunkohlenwerke — die praktisch einzige Grundlage der Elektrizitätsversorgung. Die verhältnismäßig geringe — kaum für hundert Jahre ausreichende — Kohlenmenge erfordert die Anwendung größter Wirtschaftlichkeit in der Erzeugung, Fortleitung und Verteilung der elektrischen Arbeit.

Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft mußte daher in diesen Erfordernissen entsprechende Wege geleitet werden.

Das Ergebnis zielbewußter Arbeit brachte schon 1929 bedeutende Erfolge, indem viele kleine, mit hohem spezifischen Verbrauch arbeitende örtliche Werke — die sog. Schrittmacher der ersten Entwicklung — stillgelegt wurden und die Versorgung immer mehr das Gepräge der Überlandversorgung erhielt.

Die Armut an Energiequellen zwang zu größter Sparsamkeit. Dies hatte auch den seinerzeitigen Entschluß zur Folge, die Bahnelektrisierung in engster Verbindung mit dem Industrienetz, also mit 50 Hz-Drehstrom, durchzuführen[2]).

Für eine noch weitere Intensivierung und Systematisierung der Elektrizitätswirtschaft sorgte das Elektrizitätsgesetz vom Jahre 1931[3]). Auch wurde vom Handelsminister zwecks Ausarbeitung eines Entwurfes für die einheitliche Landesversorgung ein aus drei Fachmännern bestehender Ausschuß eingesetzt; seine Arbeiten sind noch nicht beendet.

B. Kraftwerkbau.

Der Kraftwerkbau charakterisiert treffend die Entwicklungsrichtung der Elektrizitätsversorgung. Bis 1927 wurden noch viele kleine Ortswerke errichtet, so daß bis zu diesem Zeitpunkte die Leistung und Zahl der Werke gleichzeitig zunahm. Nach 1927 werden viele kleine Werke stillgelegt, ihre Zahl nimmt demnach — bei bedeutend wachsender Gesamtleistung[4]) — stetig ab (Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1.

Jahr	Zahl der öffentlichen Kraftwerke	Leistung kVA	Leistung des größten Kraftwerkes kVA
1925	211	322 000	46 000
1927	219	377 000	91 000
1929	190	485 000	135 000
1931	186	631 000	180 000
1933	180	680 000	225 000

[1]) Vgl. ETZ 1934, S. 819.
[2]) Diesem Gedankengange verdankte das Kandósche Phasenspaltersystem sein Entstehen (vgl. ETZ 1934, S. 552, 584 u. 912), sowie das Kraftwerk Bánhida und die 150 kV-Landesleitung ihre Errichtung.
[3]) Vgl. ETZ 1931, S. 1219.
[4]) Sämtliche Leistungen sind in kVA angegeben, cos φ = 0,7 ··· 0,8.

Die Leistung der Eigenwerke, deren Zahl — infolge der verschwindend kleinen Leistung des größten Teiles derselben — nicht festgestellt werden kann (rd. 800 Industriewerke und mehrere hundert Kleinstwerke), beträgt rd. 150 000 kVA.

Nach Größe sind die Kraftwerke in der Zahlentafel 2 (Stand 1933) zusammengestellt.

Zahlentafel 2.

Leistung kVA	Zahl	Gesamtleistung kVA der Kraftwerke
über 100 000	1	225 000
50 001 ··· 100 000	1	80 000
25 001 ··· 50 000	4	137 000
10 001 ··· 25 000	8	138 000
5 001 ··· 10 000	4	25 000
1 000 ··· 5 000	22	54 000
unter 1 000	140	21 000

Die Antriebskraft gruppierte sich wie folgt:

Dampf	648 000 kVA
Rohöl- und Gasmotor	28 000 „
Wasser	4 000 „

Die Vereinheitlichung der Kraftwerke hinsichtlich Stromart und Periodenzahl hat infolge der Normungsarbeiten[5]) große Fortschritte gemacht. Ende 1933 betrug die Leistung sämtlicher Gleichstromwerke weniger als 1 % der gesamten Werkleistung, die der Ein- und Zweiphasenwerke rd. 10 %, die der Drehstromwerke demnach annähernd 90 %.

Obwohl Ungarn das Geburtsland der 42 Hz-Anlagen war, ist die Anwendung von 50 Hz praktisch allgemein durchgeführt. Die früher für 42 Hz ausgeführten Werke gehen nach und nach auf 50 Hz über, so daß Ende 1933 nur rd. 10 % sämtlicher Drehstromwerke noch mit 42 Hz in Betrieb waren.

Große Bedeutung wird der Zusammenarbeit der Werke beigemessen; sie ist in der Gegend der Hauptstadt in großem Ausmaße durchgeführt.

C. Stromerzeugung.

Die Stromerzeugung hat sich infolge des wirtschaftlichen Aufschwunges der Jahre 1925 ··· 1929 bedeutend entwickelt. Wie aus den Angaben der Zahlentafel 3 ersichtlich, hat sich die Wirtschaftskrise in der Stromerzeugung erst 1931 fühlbar gemacht. Im Jahre 1932 wurde der Tiefstand erreicht, 1933 zeigt schon einen Wiederaufstieg. Die vorteilhaftere Entwicklung der Stromerzeugung in Budapest ist auf die energische Propaganda der Hauptstädtischen Elektrizitätswerke zurückzuführen, welche die Stillegung vieler Industriekraftwerke und ihren Anschluß sowie eine bedeutende Erhöhung des Anschlusses elektrischer Haushaltgeräte zur Folge hatte.

Zahlentafel 3.

Jahr	Erzeugung der öffentlichen Werke im ganzen Lande $\times 10^6$ kWh	Erzeugung der öffentlichen Werke in Budapest $\times 10^6$ kWh
1925	460	
1927	607	215
1929	823[6])	335[6])
1930	835[6])	340[6])
1931	827[6])	355[6])
1932	777[6])	328[6])
1933	809[6])	345[6])

Die Dauer der Spitzenbelastung (kWh/Jahr : kW_{max}) der Werke schwankt zwischen 5770 und 1790 h (Budapest 3480), der Ausnutzungsfaktor (kW/Jahr: kW-Maschinenleistung × 8760) zwischen 31,1 % und 9,1 % (Budapest 22,5[7]).

D. Das Leitungsnetz.

Im Jahre 1922 waren in Ungarn insgesamt 4410 km Hochspannungs- und 4245 km Niederspannungsleitungen vorhanden. Bis Ende 1933 erhöhten sich diese Zahlen auf 10 737 bzw. 10 480 km.

[5]) Vgl. ETZ 1929, S. 1052.
[6]) Einschl. Straßenbahn.
[7]) Angaben für 1930.

Digitized by Google

Bezeichnend ist, daß die Bautätigkeit der letzten elf Jahre dieselbe der ersten vier Jahrzehnte (1882 ··· 1922) mit rd. 50 % überragt. Im Jahre 1932 hat sich die Wirtschaftskrise in der Bautätigkeit noch kaum fühlbar gemacht (gesamte Baulänge 1453 km), dagegen brachte das Jahr 1933 ein sehr ungünstiges Ergebnis (gesamte Baulänge 553 km).

Hinsichtlich der Vereinheitlichungsbestrebungen[8]) war die Bautätigkeit 1932 ··· 1933 (Drehstrom 97,3 bzw. 89 %[9]), für Normalspannungen[8]) 99,7 bzw. 91,5 %[9]), für 50 Hz 95,5 bzw. 98,4 %) zufriedenstellend.

Zahlentafel 4 zeigt die Leitungslängen für die wichtigeren Normalspannungen Ende 1933.

Zahlentafel 4.

Spannung Volt	Leitungslänge km	Spannung Volt	Leitungslänge km
380/220	4 597	20 000	1 656
5 000	440	30 000	450
10 000	745	60 000	230
15 000	1 746	100 000	125

E. Die Stromversorgung.

Die Versorgung der Bevölkerung hat seit der zielbewußten Entwicklung der Fernversorgung große Fortschritte gemacht. Die in versorgten Ortschaften wohnende Bevölkerungszahl, auch in Prozenten der Gesamtbevölkerung, ist für 1925 ··· 1933 in der Zahlentafel 5 angeführt.

Zahlentafel 5[10]).

Jahr	in versorgten Ortschaften wohnende	
	Bevölkerungszahl $\times 10^6$	% der Gesamtbevölkerung
1925	4,05	49
1927	4,65	55
1929	5,27	61
1931	5,98[11])	69[11])
1933	6,41[11])	72[11])

Die Erzeugung je Einwohner (für Licht, Haushaltgeräte, Industrie, Bahnen usw.) kennzeichnet die hauptsächlich landwirtschaftliche und nur teilweise industrielle Beschäftigung der Einwohnerschaft, sie ist dementsprechend bedeutend kleiner als in den industrialisierten westlichen Ländern (siehe Zahlentafel 6).

Zahlentafel 6[10]).

Jahr	Erzeugung je Einwohner und Jahr in kWh		
	in den öffentlichen Werken des Landes	in Budapest	in sämtlichen Werken des Landes
1925	56	171	73
1927	72	209	90
1929	96[12])	335[12])	113[12])
1930	96[12])	340[12])	113[12])
1931	95[12])	355[12])	109[12])
1932	88[12])	328[12])	99[12])
1933	91[12])	345[12])	102[12])

In den acht den größten Verbrauch aufweisenden Städten schwankte die Erzeugung 1933 zwischen 230 und 75 kWh.

Wie aus Vorstehendem ersichtlich, hat die allgemeine Wirtschaftskrise ihren Stempel auch der Elektrizitätsversorgung Ungarns aufgedrückt. Ihr Tiefpunkt wurde 1932 erreicht, 1933 zeigt wieder eine — wenn auch nur schwach — aufsteigende Linie. Es ist zu hoffen, daß dieser neue Aufstieg nicht nur vorübergehend sein wird und daß bei sich wieder belebender wirtschaftlicher Tätigkeit auch die notwendige rasche Weiterentwicklung der elektrischen Stromversorgung folgt.

[8]) Ungarische Normalien. Vgl. ETZ 1920, S. 1052; 1931, S. 775 u. 1934, S. 819.

[9]) Infolge der kleineren Bautätigkeit üben hier die Erweiterungen für Gleichstrom und Einphasenstrom größeren Einfluß aus.

[10]) Sämtliche Angaben der Zahlentafeln 5 u. 6 sind auf Grund der tatsächlichen Bevölkerungszahl unter Annahme eines stetigen Zuwachses angegeben. (Volkszählungen haben 1920 u. 1930 stattgefunden; 7,99 bzw. 8,68 Mill für Ungarn, 0,93 bzw. 1,004 für Budapest).

[11]) Aus der Entwicklung des Leitungsnetzes errechnete, annähernde Angaben.

[12]) Straßenbahn einbegriffen.

Neue Bauarten von Wirbelstromöfen.

Die schwedische Elektrizitätsgesellschaft ASEA hat die Aufgabe, bei einem Wirbelstromofen sowohl die Badbewegung als auch die Leistung in weiten Grenzen verändern zu können, dadurch gelöst, daß sie verschiedene Stromquellen zum Aufheizen und zum Umrühren so geschaltet hat, daß beide Ströme gleichzeitig angewendet werden können[1]). Der Aufheizstrom hat eine Frequenz von 500 ··· 1000 Hz und erzeugt die beim Hochfrequenzofen übliche geringe Badbewegung. Der Umrührstrom dagegen hat Netzfrequenz (50 Hz) oder kann auch noch niedriger gehalten werden, wenn er nicht unmittelbar dem Netz entnommen wird. Beim Niederschmelzen und Überhitzen kann man nur mit Hochfrequenzstrom fahren, während man beim Frischen und Feinen die Badbewegung mit dem niedrigfrequenten Strom nach Belieben regeln und gleichzeitig mit Hilfe des Hochfrequenzstromes die richtige Temperatur einhalten kann. Für diese Ofenart wird die Bezeichnung „Zwei-Frequenzofen" oder „zweifach gespeister Wirbelstromofen" vorgeschlagen. Der neue Ofen ist so durchgebildet, daß eine Badbewegung gemäß Abb. 1 erzielt wird und die Schlacke die Ofenwände nicht angreifen kann. Die Ofenspule wird bei dieser Bauart mit drei- oder mehrphasigem Strom von niedriger Frequenz gespeist, und zwar in der Art, daß man die Zylinderspule des Ofens der Höhe nach beispielsweise in 6 gleich große Leistungsabschnitte teilt und diese mit Strom von 60 ° gegenseitiger Phasenverschiebung speist. Man erhält so die in Abb. 1 angegebene Badbewegung. Die zylindrische Tiegelform, die bisher für Wirbelstromöfen allgemein verwendet wurde, bringt gewisse Unzuträglichkeiten mit sich, die durch eine konische Form nach Abb. 2 vermieden werden unter gleichzeitiger

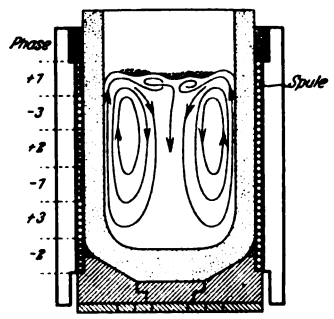


Abb. 1. Badbewegung bei mehrphasigem Strom.

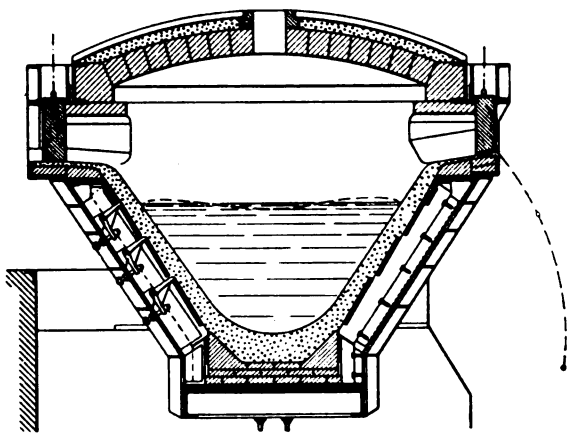


Abb. 2. Wirbelstromofen mit konischem Tiegel für 5 t Einsatz.

Erhöhung der Ofenfassung. Bei den Versuchschmelzen mit dem Ofen von 500 kg Inhalt, der in einer Stärke von 75 mm mit Magnesidon ausgefüttert war, kam es u. a. darauf an, einen Stahl mit möglichst niedrigem Kohlenstoffgehalt aus einem Einsatz von 70 % Roheisen und 30 % Schrott herzustellen. Bei einer Temperatur von 1530 ° wurde der Niederfrequenzofen eingeschaltet, mit dem Frischen begonnen, Erz in kleinen Teilen und in Abschnitten zugesetzt. Wenn die Temperaturen sanken, wurde der Hochfrequenzofen zum Aufheizen eingeschaltet. Schließlich wurde desoxydiert mit dem Ergebnis, daß man einen Stahl mit 0,021 % C erhielt. Auch die anderen Versuchschmelzen zur Erzeugung von Stahl mit 1,1 % C, von rostfreiem Stahl und von Ferro-Chrom konnten im neuen Ofen durchgeführt werden. *Kp.*

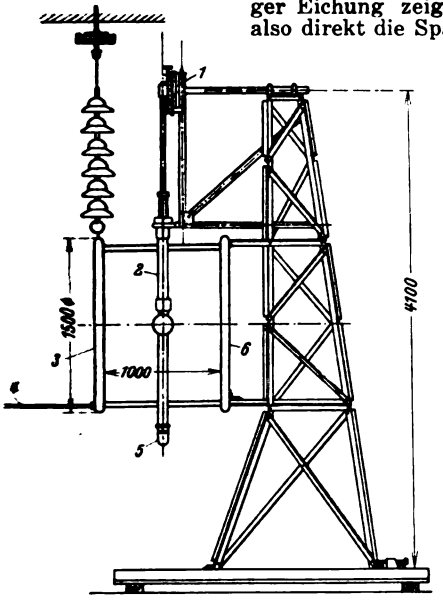
[1]) Stahl u. Eisen Bd. 54, S. 779.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Verfahren zur absoluten Messung hoher Spannungen. — Das Meßverfahren besteht darin, daß in dem homogenen Teil des elektrischen Feldes eines an der zu messenden Spannung liegenden, senkrecht angeordneten Plattenelektrodenpaares von je 140 cm Dmr. und 100 cm gegenseitigem Abstand ein sehr genau hergestelltes Rotationsellipsoid aus Duralumin um seine kleine Achse frei schwingbar aufgehängt ist. Unter Einwirkung der elektrostatischen Kräfte sucht es sich mit seiner Längsachse in Richtung der Feldlinien zu stellen, und zwar ist das wirkende Drehmoment am größten, wenn Längsachse und Richtung der Feldlinien einen Winkel von 45 ° einschließen. Da das Drehmoment der Feldstärke und somit auch der zu messenden Spannung proportional ist, so läßt sich nach einmaliger Bestimmung einiger Instrumentenkonstanten die Spannung aus dem Drehwinkel berechnen, den das Ellipsoid unter Einwirkung des Drehmomentes aus der Anfangstellung heraus (z. B. 45 °) erleidet. Nach einmaliger Eichung zeigt das Instrument also direkt die Spannung an.



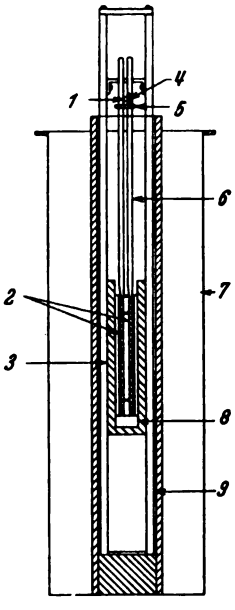
1 Aufhänge- und Einstellvorrichtung
2 Windschutz
3 Hochspannungselektrode
4 Hochspannungszuführung
5 Spiegel und Dämpfungsgefäß
6 geerdete Elektrode

Abb. 1. Ansicht der ersten Versuchsausführung des Ellipsoidvoltmeters.

Eine umständlichere, aber genauere andere Art der Feldstärkemessung bzw. Spannungsmessung besteht darin, das Ellipsoid um die Richtung der elektrischen Feldlinien Schwingungen ausführen zu lassen und die Schwingungen pro Zeiteinheit zu zählen. Es gilt für diesen Fall folgende Beziehung: $F = k\sqrt{n^2 - n_0^2}$, worin F die elektrische Feldstärke, k eine vom Material und den Abmessungen des Ellipsoides abhängende und einmal zu berechnende Instrumentenkonstante, und n bzw. n_0 die Schwingungszahlen je Zeiteinheit unter Einwirkung des Feldes bzw. im feldfreien Raum bedeuten. Bei Kenntnis des Elektrodenabstandes läßt sich unter Voraussetzung der Homogenität des elektrischen Feldes die Spannung messen. Den konstruktiven Aufbau des Gerätes in erster Versuchsausführung zeigt Abb. 1. Es interessiert hier, daß das Ellipsoid in einem kugelförmigen, abgeschlossenen Glasgefäß zum Schutze gegen störende Luftströmungen untergebracht ist; hierdurch war es möglich, bei den Versuchsmessungen auch Untersuchungen über den Einfluß einer Luftdruckveränderung vorzunehmen. Bei der Type der kontinuierlichen Ablenkung konnte die Länge des Aufhängefadens und damit die Rückstellkraft durch eine einfache Vorrichtung verändert werden und somit die Empfindlichkeit und der jeweilige Meßbereich eingestellt werden. Auch durch Verändern des Elektrodenabstandes ließ sich in gewissen Grenzen der Meßbereich variieren. Für eine wirksame Schwingungsdämpfung war gesorgt. Die Ablesung des Ablenkungswinkels erfolgte mit Hilfe von Spiegel und Lichtzeiger, sie konnte daher sehr genau vorgenommen werden. Eingehende Untersuchungen zeigten, daß in den praktisch in Frage kommenden Gebieten kein Einfluß von Luftdruck- oder Temperaturänderung in Frage kam. Für Spannungen gleichen Effektivwertes ist die Form der Spannungskurve bedeutungslos. Das Gerät ist aus Gründen der Stabilität bis zu Spannungen von 200 kV_{eff} verwendbar, jedoch wird ein Gerät mit einem Meßbereich von 1000 kV_{eff} durchaus für ausführbar und brauchbar gehalten.

Die erreichbare Genauigkeit wird bei höheren Spannungen zu etwa 1 ‰ angegeben, sie ist also um etwa eine Größenordnung größer, als sie normalerweise unter günstigen Meßbedingungen mit Kugelfunkenstrecken, mit denen Vergleichsversuche vorgenommen wurden, erzielt werden kann. (W. M. Thornton und W. G. Thompson, J. Instn. electr. Engr. Bd. 71, S. 1.) *Klg.*

Gerät zur Messung der Wärmedehnungszahl von Glas und Metall. — Das Gerät besteht aus einem zylindrischen elektrischen Ofen mit Temperaturreglung für Erwärmungen der Prüfstücke bis 600 ° und der Einrichtung zur Messung der Längenänderungen derselben mit der Temperatur. Die Abb. 2 zeigt einen Querschnitt durch den Ofen mit den darin befindlichen Prüfstücken. Bei einer Leistungsaufnahme von 2 kW ist der Temperaturanstieg etwa 2,2 °/min. Bei der Abkühlung von 550 ° auf Raumtemperatur ist die Temperaturabnahme 0,5 °/min. Die Prüfstäbe haben 6 mm Dmr. bei 300 mm Länge. Die Längenänderungen des Probestückes werden mit denen eines Stabes aus geschmolzenem Quarz genau bekannter Wärmedehnungszahl verglichen. Zu diesem Zweck werden die Stäbe nebeneinander in einem Halter aus nichtoxydierendem Metall eingesetzt und mit diesem zusammen in einem 400 mm langen Kupferzylinder mit 13 mm Wandstärke eingeführt, der am unteren Ende geschlossen ist. Auf der oberen Stirnseite der Prüfstücke ruhen zwei 625 mm lange Quarzstäbe von 6 mm Dmr., die durch eine am Eisenrahmen vorgesehene Führung gesteckt sind. Das Eigengewicht dieser Quarzstäbe genügt, um deren innige Berührung mit den Probestäben herzustellen. Am oberen Ende eines dieser Quarzstäbe ist ein leichter Arm angebracht, der als äußeres Lager für einen stählernen Rollstab von 0,13 mm Dmr. dient. Das andere Ende dieses Rollstabs ist zwischen den beiden Quarzstäben hindurchgeführt, die durch eine Feder aus Phosphorbronze gegen den Rollstab gepreßt werden, so daß sich dieser bei Längsverschiebungen der beiden Quarzstäbe gegeneinander während der Ausdehnung der Probestäbe drehen kann. Auf dem Rollstab ist ferner ein kleiner Planspiegel befestigt, der die Teilstriche einer mm-Skala in ein Fernrohr zurückspiegelt. Der Unterschied der Wärmedehnungszahlen der Probestücke kann auf diese Weise durch die Abweichung des Nullpunktes der Skala von einer im Fernrohr angebrachten Haarlinie gemessen werden.



1 Rollstab
2 zu prüfende Proben
3 Kupferzylinder
4 Spiegel
5 Feder
6 Quarzstäbe
7 Ofen
8 Probenhalter
9 Eisenrahmen

Abb. 2. Querschnitt des Ofens mit den eingesetzten Proben.

Bei einem Abstand des Spiegels von der Skala von 1200 mm erfolgt bei dem vorstehend mitgeteilten Durchmesser des Rollstabes eine Vergrößerung des zu messenden Längenunterschiedes der zu vergleichenden Stäbe auf das 1890fache auf der Skala. Die Temperaturmessung erfolgt durch Thermoelemente, die im Ofen und an den Probestäben angebracht sind. Die an den Probestäben befestigten werden zweckmäßig nach genauer Eichung gegeneinander geschaltet, um Temperaturunterschiede sofort feststellen zu können.

Längenunterschiede bis zu 1,5 mm, die durch verschiedene Länge beim Abschneiden der Probestäbe ent-

Digitized by Google

stehen, fälschen die Meßergebnisse nur um 0,5 %. Besondere Vorsichtsmaßregeln gegen mäßige Erschütterungen des Geräts brauchen nicht getroffen werden. Die verhältnismäßig große Länge der Probestäbe ermöglicht genauere Durchschnittsergebnisse, insbesondere bei nicht vollkommen homogenen Probestücken. Fehler infolge Oxydation an den Enden der Probestäbe treten kaum auf. Die Unterschiede in den Wärmeausdehnungen der Probestäbe und Vergleichstücke sind von der Ausdehnung der Geräteteile unabhängig. Der starke Kupferzylinder in der Heizzone des Ofens ermöglicht einen vollkommenen Temperaturausgleich über die ganze Länge der Probestücke. (E. E. Burger, Gen. electr. Rev. Bd. 37, S. 93.) *O. N.*

Elektromaschinenbau.

Die Flußverdrängung in Eisenblechen in Wechselwirkung mit einem Luftspalt. — H. Kaden berechnet den Einfluß eines Luftspaltes auf die Flußverdrängung in wechselmagnetisierten Eisenblechen. Da das Feld im Eisen Wirbel besitzt, im Luftspalt aber wirbelfrei sein muß, wird die Feldverteilung im Eisen in der Nähe des Luftspalts verändert. Das Feld im Luftspalt gestaltet sich durch die Wirbelströme im Eisen inhomogen. Dadurch erhöht sich für einen sehr kleinen Luftspalt sein magnetischer Widerstand bei starker Flußverdrängung auf ein Vielfaches seines Wertes bei homogener Feldverteilung. In dem häufigeren Fall, daß die Luftspaltlänge vergleichbar mit der Blechdicke wird, läßt sich der magnetische Widerstand bei allen Frequenzen mit praktisch ausreichender Genauigkeit berechnen als Summe des Luftspaltwiderstandes bei homogener Feldverteilung und des Eisenwiderstandes ohne Rücksicht auf die gegenseitige Beeinflussung. (H. Kaden, Z. techn. Phys. Bd. 14, S. 69.) *Br.*

Unstabilität bei Synchronmotoren. — Wheatcroft nimmt in seiner Arbeit Bezug auf die Veröffentlichung von Hopkinson über den Einfluß des Ankerwiderstandes auf die Unstabilität von Synchronmotoren[1]). Im 1. Teil der Arbeit werden Formeln abgeleitet für die Drehmomente und Ankerströme, welche auftreten, wenn infolge von Laständerungen der Läufer des Synchronmotors um die der jeweiligen Last entsprechende relative Lage des Läufers gegenüber dem Drehfeld pendelt. Mit Hilfe dieser Formeln wird gezeigt, daß die Winkelabweichung $\alpha^{e-\beta t} \cdot \sin pt$ die Form $\alpha^{e+\beta t} \cdot \sin pt$ annimmt, d. h. daß der Motor außer Tritt fällt, wenn der Ankerwiderstand $r > \frac{b\,\omega^2 x^2}{e^2}$ wird, wobei x die synchrone Reaktanz, e die EMK und b den Dämpfungskoeffizienten bedeuten. Aus dieser Grenzbedingung für den Widerstand ist ersichtlich, daß die Unstabilität zunimmt, je geringer die Belastung der Maschine und je größer ihre Erregung ist. Im 2. Teil der Arbeit werden Unstabilitätsversuche an einem dreiphasigen Synchronmotor für 15 kVA, 100 V, 50 Hz, 1000 U/min mit ausgeprägten Polen beschrieben. In Übereinstimmung mit den theoretischen Untersuchungsergebnissen konnte als qualitatives Ergebnis festgestellt werden, daß bei normalem Ankerwiderstand die Unstabilität erst bei einem Erregerstrom von 2,6 A einsetzte, während sie beim Zuschalten eines zusätzlichen Ankerwiderstandes schon bei einem kleineren Erregerstrom als 1,3 A vorhanden war. Der Versuch, quantitative, die Theorie bestätigende Versuchsergebnisse zu erzielen, ist nicht geglückt, zumal die Anwendung der Theorie auf Synchronmotoren mit ausgeprägten Polen Schwierigkeiten bietet. (E. L. E. Wheatcroft, Engineering Bd. 137, S. 616 u. 642.) *Klt.*

Die Eisenverluste in elektrischen Maschinen. — Die Erfahrung lehrt, daß die Eisenverluste in elektrischen Maschinen tatsächlich größer sind, als die nach den üblichen Verfahren durchgeführten Berechnungen erwarten lassen. Man begründet diese Unstimmigkeit mit Vorliebe mit dem Einfluß der Bearbeitung. Theoretische und zahlreiche experimentelle Untersuchungen an kleinen und mittelgroßen Maschinen haben aber gezeigt, daß die durch die Bearbeitung verursachte Erhöhung der Eisenverluste durchschnittlich nur etwa 20 % beträgt und daß im übrigen der Unterschied zwischen den berechneten und den gemessenen Werten auf die Unzulänglichkeit der Berechnungsverfahren zurückzuführen ist. In der Tat vernachlässigt die landläufige Berechnungsweise die Tatsache, daß die Magnetisierung im aktiven Eisen von umlaufenden Maschinen in der Regel nicht homogen ist und daß neben der linearen auch drehende Magnetisierung auftritt. Die elliptische Drehmagnetisierung herrscht sogar vor, wobei nicht nur die Stärke, sondern auch die Elliptizität der Magnetisierung eine Funktion des Ortes ist. Es wurde nun ein Berechnungsverfahren entwickelt, das alle diese Verhältnisse in richtiger Weise berücksichtigt und dennoch so einfach ist, daß es in der Praxis ohne weiteres verwendet werden kann. Eine Reihe von einwandfrei durchgeführten Vergleichen zwischen nach dem neuen Verfahren berechneten und experimentell festgestellten Werten beweist die Richtigkeit der neuen Berechnungsweise. Die aufgestellte Theorie ist aufgebaut auf gewissen grundlegenden Gesetzen, die zum Teil schon bekannt waren, aber doch nachgeprüft und zum anderen Teil überhaupt erst gefunden werden mußten. Es war daher eine ganze Anzahl von Vorversuchen notwendig, die u. a. die folgenden bemerkenswerten Ergebnisse zeitigten:

1. Bei symmetrischer Wechselmagnetisierung zwischen den Werten $+B$ und $-B$ folgt die Hysteresearbeit a_h je Zyklus bis zu Sättigungen von $B = 10\,000$ Gauß genau dem Steinmetzschen Gesetz, wächst also mit der 1,6ten Potenz von B. Bei $B > 10\,000$ Gauß ist a_h dagegen ungefähr proportional $\left(\frac{B}{10000}\right)^2$.
2. Das sog. zweite Steinmetzsche Gesetz, das aussagt, daß bei unsymmetrischer Magnetisierung zwischen den Werten B_1 und B_2 die Hysteresearbeit lediglich von der Differenz $(B_1 - B_2)$ und nicht von den Absolutwerten von B_1 und B_2 abhängt, wurde durch die Versuche nicht bestätigt. Die Unsymmetrie ist vielmehr durch einen Korrekturfaktor zu berücksichtigen, dessen Abhängigkeit vom Magnetisierungsmittelwert $\left(\frac{B_1+B_2}{2}\right)$ und von der Amplitude $\left(\frac{B_1-B_2}{2}\right)$ experimentell festgestellt wurde.
3. Bei den Versuchen mit drehender Magnetisierung zeigte es sich, daß der von Ytterberg vorgeschlagene Ansatz: $a_h = a(1+k)\,B + b(1+k^2)B^2$ zu richtigen Ergebnissen führt (k = Elliptizität der Magnetisierung, a und b sind Stoffestwerte).
4. Im aktiven Eisen von Maschinen treten häufig Magnetisierungen auf, die durch Überlagerung von zwei gewöhnlich harmonisch verlaufenden Induktionen verschiedener Frequenz und Amplitude entstanden sind. Die Versuche haben ergeben, daß in solchen Fällen die gesamten Hystereseverluste als Summe der Verluste der beiden Magnetisierungskomponenten dargestellt werden können.

(Erwin Meyer, Dissertation ETH Zürich 1932.) *Sb.*

Über den Gleichlauf von Induktionsmotoren. — Manche Antriebe, wie z. B. Portalkräne, Drahtwalzwerke usw., verlangen Gleichlauf der Motoren ohne Verwendung einer Ausgleichwelle. Die Antriebsmotoren sind in den meisten Fällen Induktionsmotore, die ohne besondere Vorrichtung keinen Gleichlauf ergeben. Durch Reihenschaltung der Läuferkreise wird kein Gleichlauf erzielt, da der Betrieb labil wird. Eine Schaltung mit Frequenzwandlern gibt aber stabilen Gleichlauf. Der größte zulässige Ungleichförmigkeitsgrad der Belastung der Motoren liegt bei dieser Schaltung in der Nähe der synchronen Drehzahl. Eine der gebräuchlichsten Schaltungen für Gleichlauf ist die Schaltung mit einem Wirkwiderstand im Läuferkreis. Die Schaltung gibt einen stabilen Betrieb. Die Größe des zulässigen Ungleichförmigkeitsgrades hängt von der Größe des eingeschalteten Wirkwiderstandes ab. Durch Einschaltung von Wirkwiderstand wird der Nennschlupf bis auf den Wert etwa 0,2 vergrößert. (W. Schuisky, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 10, S. 597.)

Apparate und Stromrichter.

Das Jochgesetz bei Transformatoren. — Vidmar hat bereits 1918 ein Jochgesetz für Transformatoren entwickelt[1]), welches besagt, daß der Kostenanteil des Jocheisens ein Viertel der Gesamtkosten für Eisen und Kupfer betragen soll. Bei seiner Ableitung waren Linien- und Stromdichte als Festwerte angenommen, die Eisen- und Kupferverluste dagegen keinen Beschränkungen unterworfen worden. Nunmehr untersucht Vidmar das Joch-

[1]) Electrician Bd. 51, S. 656 u. 704 (1903).

[1]) Vidmar, „Der wirtschaftliche Aufbau der elektrischen Maschine".

Digitized by Google

problem für gegebene Verluste und läßt die hierbei notwendigen Schwankungen der Linien- und Stromdichte zu. Das Ergebnis ist weniger einfach als das ältere Jochgesetz; es lautet: Die doppelten Gesamtverluste im Eisen sollen sich zu den Jochverlusten verhalten wie die dreifachen Gesamtkosten zu den Kosten der bewickelten Säulen. Die unbewickelten Säulenenden sind hierbei dem Jocheisen zuzuzählen. Das neue Jochgesetz gilt ebenso wie das ältere sowohl für verstärkte als auch für unverstärkte Joche. Es geht in das ältere Gesetz über, wenn Joch- und Schenkelverluste untereinander gleich sind. Weiter wird gezeigt, daß die für den besten Entwurf geforderte Gleichheit von Eisen- und Kupferkosten (Kostengesetz) streng nur für Ausführungen mit unverstärkten Jochen gilt. (M. Vidmar, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 51, S. 662.) *R. K.*

Der Einfluß des Eisens auf die radialen Stromkräfte bei Transformator-Röhrenspulen. — Für den allgemeinsten Fall einer einfach-konzentrischen Wicklungsanordnung auf einem Eisengestell konstanter Permeabilität werden zunächst die radialen Stromkräfte auf die einzelnen Spulenwindungen bestimmt. Das Verhalten der den Kerneiseneinfluß beschreibenden Funktion in Abhängigkeit von der Permeabilität berechtigt, das Eisen als vollkommen permeabel anzusehen. Für den praktisch wichtigsten Fall, daß beide Spulen symmetrisch zwischen den Jochen liegen, wird dann die Abhängigkeit der Kräfte von den Abmessungen des Eisengestells untersucht, und die Unterschiede werden gegenüber der eisenlosen Spulenanordnung hervorgehoben. Dabei zeigt es sich, daß die qualitativen und quantitativen Abweichungen der radialen Kräfte in Transformatorspulen im Vergleich zur Spulenanordnung in Luft die volle Berücksichtigung des Eisens fordern. Die Einführung von Näherungsdarstellungen für die Zylinderfunktionen liefert dann Reihen, die eine geschlossene Darstellung der Ausdrücke für die Kräfte ermöglichen und deren Auswertung im Vergleich zur eisenlosen Spulenanordnung mit weit weniger Mühe und Rechenaufwand erledigt werden kann. Für Niederspannungstransformatoren, bei welchen die Spulen fast bis an die inneren Jochflächen heranreichen (Ofentransformatoren), kann man die Kräfte so rechnen, als ob die Spulen unendlich lang wären, während bei der Berechnung der Radialkräfte von Großleistungstransformatoren hoher Spannung der endliche Jochabstand zu berücksichtigen ist. Die im Stoßkurzschluß auftretenden Kupferbeanspruchungen eines nach den bisher üblichen Konstruktionsgrundsätzen entworfenen Hochleistungstransformators für 200 MVA, 220/66 kV, 50 Hz erreichen Werte, die die Grenze der Betriebsicherheit weit überschreiten. Die Mittel, die die Betriebsicherheit erhöhen und eine weitere Steigerung der Leistung verantworten lassen, werden angegeben. (A. Korb, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 10, S. 625.)

Elektrowärme.

Der Energieverbrauch beim Kochen auf gas- und stromgeheizten Herden. — Schon seit Jahren bestehen in Fachkreisen Meinungsverschiedenheiten über die Höhe der sogenannten „Äquivalenzziffer" beim Kochen, d. h. die Verhältniszahl, die angibt, wieviele kWh nötig sind, um 1 m³ Gas zu ersetzen. Die Hauptstelle für Wärmewirtschaft beim VDI hat sich deshalb ein großes Verdienst erworben, als sie mit Unterstützung des RKW in etwa 1600 Berliner Wohnungen mit Gasherden und 1300 Wohnungen mit Elektroherden statistische Untersuchungen anstellte, die sich über ein Jahr erstreckten. Am übersichtlichsten liegen die Verhältnisse in Wohnungen mit zentraler Warmwasserversorgung und Zentralheizung, da hier der Herd tatsächlich nur der Speisenbereitung dient. Es ergibt sich folgender täglicher Gasverbrauch je Person:

Familiengröße: Personen	2	3	4	5
Gasverbrauch in m³ je Kopf und Tag bei 50 m² Wohnfläche	0,28	0,22	0,17	—
bei 97 m² Wohnfläche	0,35	0,26	0,22	0,2

Bei der Ermittlung des Kochstromverbrauchs ergibt sich die Schwierigkeit, daß der Zähler außer dem Kochstrom auch den Licht- und Gerätestromverbrauch anzeigt. Es wurde deshalb in ähnlichen Wohnungen mit Gasherden der Lichtstromverbrauch ermittelt. Wie Abb. 3 zeigt, decken sich die Meßergebnisse gut mit den bereits 1929 von Müller und Mörtzsch ermittelten. Der Kochstromverbrauch ergab dann folgende Werte:

Familiengröße: Personen	1	2	3	4	5
Kochstromverbrauch in kWh je Kopf und Tag bei 60 m² Wohnfläche	0,80	0,65	0,56	0,5	0,48
bei 120 m² Wohnfläche	—	1,08	0,85	0,75	0,70
nach Müller-Mörtzsch	—	1,0	0,82	0,73	0,68

Die Stromverbrauchsziffern für 2 ··· 3-Zimmer-Wohnungen mit etwa 60 m² Wohnfläche liegen demnach etwa 30 % unter den von Müller-Mörtzsch in größeren Wohnungen ermittelten, die bisher meist Vorausberechnungen zugrunde gelegt wurden. Die sich aus der Gesamterhebung ergebenden Äquivalenzzahlen sind in

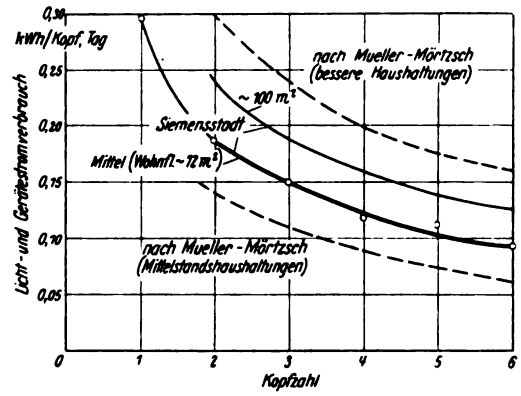


Abb. 3. Stromverbrauch für Licht und Kleingeräte bei verschiedener Familiengröße.

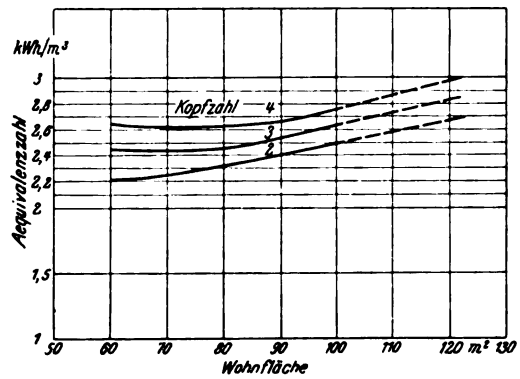


Abb. 4. Äquivalenzzahl für Kochen mit Gas oder Strom in verschiedenen großen Wohnungen.

Abb. 4 dargestellt. Für den in Berlin häufigsten Fall (Durchschnittsfamiliengröße 2,9 Personen in Wohnung 75 m²) ergibt sich demnach, daß zum Ersatz eines m³ Gas 2,4 kWh nötig sind. Gleiche Energiekosten ergeben sich, wenn der Strompreis einer kWh etwa 40 % vom Gaspreis für ein m³ beträgt. Tatsächlich werden diese Grenzstrompreise heute vielerorts erreicht, so daß also das elektrische Kochen keineswegs teurer als Gaskochen ist. Vom elektrizitätswirtschaftlichen Standpunkt bemerkenswert ist die Tatsache, daß der Lastanteil eines Haushalts während der Werkshöchstlast (18 h) nur 250 W betrug bei einem mittleren Jahreskochstromverbrauch von 820 kWh, so daß sich 3280 Benutzungstunden errechnen. Schon hieran ist die große Bedeutung des elektrischen Kochens für die deutsche Elektrizitätswirtschaft zu erkennen.

Die objektiven Untersuchungen von Raiß werden jedenfalls viel dazu beitragen, den vom Führer der Energiewirtschaft gewünschten „friedlichen Wettkampf" zwischen Gas und Elektrizität zu beruhigen. (W. Raiß, Z. VDI Bd. 78, S. 879.) *Mö.*

Die Empire-Schwimmhalle in London. — Im Juli 1934 ist in London ein 2650 m³ Wasser fassendes Schwimmbad eröffnet worden. Die Heißwasserbereitung für das Schwimmbad, das etwa 61 m lang und 18 m breit ist, die Einrichtungen für die Küchen und Nebenräume, die Gefrieranlage für die Benutzung des Bades als Eisfläche usw. werden alle elektrisch betrieben. Die Eingangsspannung von 11 000 V wird durch fünf 500 kVA Dreiphasentransformatoren auf 415 V herabgesetzt. Öl-

Digitized by Google

abschalter, Sicherungen usw. sind nebst den Transformatoren in den Kellerräumen des Gebäudes untergebracht. Das warme Wasser für das Schwimmbad wird in zwei elektrisch geheizten Kesseln bereitet, die mit je 870 kW von der 415 V-Dreiphasenleitung gespeist werden. Das Wasser des Schwimmbades durchläuft zunächst die Filteranlage und dann die Kessel. Diese können nur dann geheizt werden, wenn die Pumpen, die für den Umlauf des Wassers sorgen, eingeschaltet sind. Umgekehrt sorgen elektrische Überwachungseinrichtungen dafür, daß die Kessel abgeschaltet werden, falls die Pumpen aus irgendeinem Grunde ausfallen. Die für die beiden Kessel erforderliche Energie wird nur dann dem Netz entnommen, wenn die Belastung des Elektrizitätswerks gering ist, also hauptsächlich in den Nachtstunden. Ein Zeitrelais, das entsprechend eingestellt ist, schaltet diese Anlage selbsttätig ein und aus. Für die Heizung des Gebäudes sind 4 waagerecht gelagerte Heißwasserspeicher vorgesehen. Die oben erwähnten Kessel liefern das warme Wasser für diese Speicher, die zusammen einen Inhalt von etwa 136 m³ haben. Ihr Wasser durchfließt 42 Heizkörper, die überall im Gebäude verteilt sind. Beide Heizkessel können für die Warmwasserbereitung des Schwimmbades oder beide für die Heißwasserspeicher gebraucht werden. Es ist auch möglich, daß ein Kessel für den ersteren und der andere für den zweiten Zweck oder umgekehrt arbeitet. Die Anlage ist vollkommen selbsttätig eingerichtet. Die Temperaturregelung erfolgt durch Thermoelemente in Verbindung mit Relais. Das heiße Wasser, das in den Küchen, Toiletten usw. gebraucht wird, wird einem 7,5 m³ fassenden Heißwasserspeicher entnommen, der noch durch Heißwasserbereiter in den verschiedenen Räumen ergänzt wird. Der Beleuchtung der einzelnen Räume dienen zwei Energiequellen: Das Netz für die normale Beleuchtung, die etwa 150 kW beansprucht, und eine Akkumulatorenbatterie für die Notbeleuchtung. Letztere besteht aus einer Batterie mit 120 Zellen bei einer Kapazität von 200 A/h, die imstande ist, die Hauptpunkte des Gebäudes 3 h lang zu beleuchten. Es sind ferner 2 Maschinen vorgesehen, die die Wellen des Schwimmbades hervorrufen. Jede dieser Maschinen wird durch einen 100 PS-Schleifringmotor angetrieben. Für die Gefrieranlage ist eine Leistung von etwa 235 PS installiert. (Electr. Rev., Lond., Bd. 115, S. 113.) *Hs.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Neuer Triebwagen der Straßenbahn Chicago mit Nutzbremsung. — Bei Straßenbahnen nimmt der Stromverbrauch mit wachsender Reisegeschwindigkeit außerordentlich schnell zu, anderseits steigt aber der Prozentsatz, der sich von der sonst verbrauchten elektrischen Arbeit durch Stromrückgewinnung beim Anhalten ersparen läßt, noch schneller an, so daß durch Einführung der Nutzbremse trotz erhöhter Reisegeschwindigkeit der Mehrverbrauch mäßig bleibt. Deshalb rüstete die Straßenbahn Chicago einen neuen Triebwagen mit Nutzbremse aus. Er erreicht im Stadtverkehr 25,7 km/h Reisegeschwindigkeit bei Beschleunigungen und Verzögerungen von 2,12 m/s², während bisher mit den älteren Ausrüstungen 19,3 km/h mit 0,8 m/s² gefahren wurden. Obwohl damit die Reisegeschwindigkeit um 33 % gestiegen ist, soll der Stromverbrauch nur um 10 % zugenommen haben, weil die Stromrückgewinnung 25 % einspart.

Der Wagen wiegt unbesetzt 16,5 t, hat 4 Achsen mit Laufrädern von 610 mm Dmr., die über Vorgelege von 1 : 7,76 durch je einen Motor von 37,5 kW Stundenleistung für 300/600 V angetrieben werden. Es sind gewöhnliche Verbundmotoren, von denen je 2 dauernd in Reihe liegen. Die hohe Beschleunigung und auch die verhältnismäßig harte Charakteristik des Verbundmotors bedingten eine feinstufige, vielteilige Schaltung. Man versah sie mit selbsttätigem Antrieb, so daß sie aus einer Führerschaltwalze mit Fortschaltrelais, Relaisgruppe, Schützengruppe und der durch Elektromotor angetriebenen Hauptschaltwalze besteht. Auf letzterer sind in einem Kreis 46 Kontakte für Widerstands- und 31 für Nebenschlußregelung untergebracht. Entgegen der bisherigen amerikanischen Gewohnheit besitzt der Wagen überhaupt keine Druckluftausrüstung mehr. Es wird nur noch elektrisch, mit Nutz- oder Widerstandsbremse, verzögert. Die Vorteile beider Bremsarten werden besonders hervorgehoben, insbesondere ihr sanftes Arbeiten und die geringe Neigung zum Schleudern. Aufgenommene Diagramme zeigen bei einer Reisegeschwindigkeit von 19,3 km/h einen Stromrückgewinn von etwa 15, bei 25,7 von 25 %. (Diese im Verhältnis zu der hohen Reisegeschwindigkeit auffallend niedrigen Werte sind z. T. durch die Eigenschaften der einfachen Verbundschaltung, namentlich aber durch den Verzicht auf die Reihen-Parallel-Umschaltung zu begründen. D. Ber.) (Clardy, Transit J. Bd. 78, S. 120.) *Tf.*

Die Stromversorgung der Schweizerischen Bundesbahnen. — Im Jahre 1918 wurde ein Programm für die Elektrisierung des Gesamtnetzes der Schweizerischen Bundesbahnen aufgestellt. Bereits 1916 war auf Antrag der Generaldirektion die Wahl des Einphasen-Stromsystems beschlossen worden und damit auch die Entscheidung über die Errichtung bahneigener Kraftwerke für die Stromerzeugung gefallen, da die der allgemeinen Landesversorgung dienenden schweizerischen Werke, ohne Erstellung neuer Anlagen, Einphasenstrom weder erzeugen noch übertragen konnten. Eine Verbindung der Eigenwerke mit jenen der öffentlichen Stromversorgung zur gegenseitigen Aushilfe, besonders bei Schaffung großer Wasserkraft-Ausgleichs-Anlagen und Stauseen, war jedoch schon damals in Aussicht genommen.

Gegenwärtig verfügt das Netz der SBB über zwei Gruppen eigener Werke[1]). Die eine liegt in der Zentralschweiz und besteht aus den Werken: Ritom, Amsteg und Göschenen; die zweite westschweizerische Gruppe umfaßt die Werke: Barberine, Vernayaz, Trient und Massabeden. Für den Fremdstrombezug sind Stromlieferungsverträge mit den Bernischen Kraftwerken, den Bündener Kraftwerken und den Nordostschweizerischen Kraftwerken abgeschlossen; Stützpunkte für die Stromübernahme stehen in Spiez, Mühleberg, Küblis und Seebach zur Verfügung. Zum Teil besitzen die genannten Unternehmungen für eigene Privatbahnen bereits Einphasenmaschinen, z. T. sind solche für die SBB besonders aufgestellt, z. T. wird der erzeugte Drehstrom in Unterwerken in Einphasenstrom umgewandelt.

In den sieben bahneigenen Werken wurden 1933 439,4 Mill kWh erzeugt, während 74,6 Mill von den Fremdwerken bezogen wurden. Der Stromverbrauch der SBB stellte sich also im Jahre 1933 auf 514 Mill kWh; er war im Winter, trotz des schwächeren Zugverkehrs, um 20 Mill kWh größer als im Sommer, was dadurch erklärlich ist, daß in den 6 Wintermonaten 41 Mill kW für die elektrische Heizung der Züge benötigt wurden. In den drei bahneigenen Werken: Amsteg, Vernayaz und Massabeden stehen auch Dreiphasenmaschinen; von ihnen wurden 1933, hauptsächlich im Sommer bei Wasserüberschuß, 58,5 Mill kWh an die Privatindustrie zu billigen Preisen abgegeben.

Die bahneigenen Werke arbeiten durchweg mit Wasser. Amsteg, Göschenen und Trient sind Laufwerke; Ritom und Barberine dagegen ausgesprochene Speicherwerke, bei welchen das Wasser für den Winter zurückgehalten wird, wenn die Laufwerke an Wassermangel leiden; Vernayaz weist beide Eigenschaften auf.

Der erste Abschnitt der Elektrisierung der SBB erstreckte sich auf 1666 Bahnkilometer. Er war 1928 vollendet. Die guten Erfahrungen führten zur Aufstellung eines weiteren Programms, das 504 Bahnkilometer umfaßte und 1929 genehmigt wurde. Betreffs der Entwicklung wurde angenommen, daß der Verkehr im Jahre 1940 den des Jahres 1926 um 50 % übertreffen würde. Bis zum Jahre 1930 erwies sich die angenommene Steigerung auch als richtig; die dann einsetzende Wirtschaftskrise führte aber zu einer bedeutenden Verkehrsschwächung. Der Stromabsatz blieb 1931 um 8 Mill, 1932 sogar um 35 Mill kWh gegen die Vorausberechnung zurück. Infolgedessen sah man auch davon ab, das geplante neue Etzelwerk, für welche die SBB die Konzession bereits vor einigen Jahren erworben hatte, allein für die Bahnen auszunutzen. Es wurde im Jahre 1931 für Bau und Betrieb dieses Werkes, das jährlich 150 Mill kWh erzeugen kann, eine besondere Aktiengesellschaft gegründet, an welcher die SBB sich mit 55 % beteiligten, während die restlichen 45 % des 20 Mill Fr betragenden Aktienkapitals die Nordostschweizerischen Kraftwerke übernahmen. Mit dem Bau des Etzelwerkes wurde bereits 1932 begonnen, der ursprünglich 1934 vorgesehene Fertigstellungstermin wurde jedoch wegen des starken Rückganges des Bahnstrombedarfes auf den 1. X. 1937 verschoben.

Der zur Sicherstellung der Energieversorgung von den SBB geplante Bau einer Dieselanlage beim Unterwerk Rupperswil kam nicht zur Ausführung, weil sich die Bernischen und die Nordostschweizerischen Kraftwerke sowie das Elektrizitätswerk Olden-Aarburg gemeinsam verpflichteten gegen angemessene Entschädigung den SSB bis 1948 über 100 Mill kWh jährlich in außerordentlich trockenen Jahren zur Verfügung zu stellen. Dieser Aushilfsvertrag sowie die großen Speichermöglichkeiten in

[1]) ETZ 1934, S. 3 u. 845.

Digitized by Google

den bestehenden Eigenanlagen und in dem hinzukommenden Etzelwerk sichern die Stromversorgung der SBB auf lange Zeit hinaus.

Über die Gestehungskosten des Stromes der SBB wird folgendes berichtet: Die Stromversorgung untersteht einer besonderen Abteilung bei der Generaldirektion. Diese umfaßt die Kraftwerke, Übertragungsleitungen und Unterwerke sowie den Fremdstrombezug und die Abgabe von Strom an Privatbahnen und Elektrizitätsunternehmungen. Sie arbeitet mit einem Anlagekapital von 190,4 Mill RM[1]). Die gesamten Jahreskosten des Bahnstromes beliefen sich 1933 unter Berücksichtigung der Aufwendungen für die allgemeine Verwaltung auf 16,72 Mill RM. Da von dem Jahresstromverbrauch von 514 Mill kWh ab Kraftwerk infolge der verschiedenen Verluste ab Unterwerk nur noch 440,6 Mill kWh an den Fahrdraht abgegeben werden konnten, stellt sich der Preis von 1 kWh ab Unterwerk auf 3,2 Pf. An der Lokomotive kann 1 kWh unter Berücksichtigung der Jahreskosten der Fahrleitung und der Energieverluste im Fahrdraht auf etwa 6,56 Pf geschätzt werden.

Angaben über die im Jahre 1933 von den SBB geleisteten Fahrtkilometern werden leider nicht gemacht. (H. Eggenberger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 25, S. 245.) *Trb.*

Das Fernsteuersystem der Unterwerke der London-Brighton-Bahn. — Die Spannung auf der ursprünglich mit Einphasen-Wechselstrom betriebenen, dann aber auf Gleichstrom umgebauten Bahn London—Brighton[2]) beträgt 650 V. Die Speisung übernehmen 19 Unterwerke. Sämtliche Schalter derselben werden ferngesteuert, die Schalterstellungen ferngemeldet, und auch Strom und Spannung werden ferngemessen. Mit jedem U-W ist Fernsprechverständigung mittels des Fernsteuersystems (ASEA) möglich. Die Kommandostelle liegt in Three Bridges. Durch Leuchtschaltbild ist auf der Hauptkommandotafel die Strecke London—Brighton dargestellt. Soll ein Schalter eines U-W eingeschaltet werden, so ist

1. ein Hebelschalter der betr. Schalttafel in Stellung „Anruf" zu bringen. Dadurch wird der zugehörige Geber in Gang gesetzt in Synchronismus zum Empfänger, was auf der betr. Tafel durch Aufleuchten einer Lampe in Erscheinung tritt. Durch Betätigung eines Druckknopfes kann jetzt
2. irgendein Schalter betätigt werden, wodurch nach erfolgter Einschaltung eine rote Lampe aufleuchtet. Wird kein Schaltvorgang mehr vorgenommen, wird der Geber zur Ruhe gebracht.

Löst ein Schalter aus irgendeinem Grunde aus, so ertönt eine Hupe, und eine Lampe fängt an zu flackern. Der Wärter stellt die Hupe ab. Mittels Suchers läßt er alle Geber eine volle Umdrehung machen, wodurch die Lampe des herausgefallenen Schalters von rot auf grün übergeht. Durch Ausschaltung des auf der Schalttafel befindlichen Hebelschalters erlöscht die Flackerlampe wieder, und das betreffende U-W kann erneut eingeschaltet werden. Jedes U-W hat einen Empfänger, für zwei Empfänger ist ein Geber vorhanden. Die Anordnung der den Gebern zugeteilten Empfänger bzw. U-W ist nach dem Schaltbild Abb. 5 gewählt.

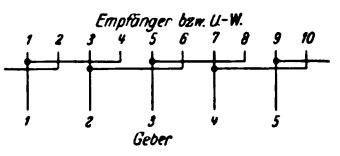


Abb. 5. Verbindungen zwischen Geber und Empfänger.

Fällt z. B. der Geber *3* vollständig aus, so kann trotzdem das Stromschienenstück für U-W *5* von U-W *4* und *6* und dasjenige für U-W *8* von U-W *7* und *9* gespeist werden. (Rev. gén. Électr. Bd. 34, S. 441.) *K. D.*

Bergbau und Hütte.

Zwillingsmotoren-Antriebe für Walzwerke. — Neben einer 1370 mm-Blockstraße[3]) hat ein amerikanisches Walzwerk noch eine 1117 mm-Brammenstraße statt mit dem üblichen Kammwalzenantrieb durch einen Umkehrmotor mit Zwillingsmotoren ausgerüstet, die direkt auf die oberen bzw. unteren Walzen arbeiten. Die beiden Motoren jedes Walzwerkes sind mit in Reihe geschalteten Doppelankern ausgeführt und werden in Parallelschaltung durch ein Ilgner-Aggregat gespeist. Jeder Zwillingsmotor ist für 3675 kW bemessen, während die drei Generatoren jedes Ilgner-Umformers zusammen 9000 kW abgeben können. Außer durch in Reihe geschaltete fremderregte Nebenschlußwicklungen werden die Motoren noch durch über Kreuz verbundene und indirekt durch Serienerreger *a* gespeiste Zusatz- (*b*) und Gegenfeldwicklungen *c* erregt (Abb. 6). Dadurch wird ein Belastungsausgleich der Zwillingsmotoren *d* herbeigeführt, indem bei Neigung des einen Motors, mehr als seinen Teil der Last zu übernehmen, sein eigenes Feld verstärkt und das des anderen geschwächt wird. Eine besondere Gleichlaufregelung hat sich nicht als notwendig erwiesen, da mit dem Walzgut zwischen den Walzen bereits eine natürliche Kupplung der Antriebe hergestellt ist. Es wurde aber noch eine Regelmöglichkeit der Motoren geschaffen, um Schwierigkeiten zu begegnen, die sich durch übermäßige Krümmung des Walzgutes ergeben können, wenn z. B. das Material auf der einen Seite wärmer ist oder weniger dicht als auf der anderen. Dafür und um Walzen mit verschiedenen Durchmessern verwenden zu können, wie es in manchen Fällen üblich ist, wurde noch ein einstellbarer Parallelwiderstand *e* zu den Nebenschlußwicklungen *f* der Zwillingsmotoren angeordnet und die Mitte des Feldstromkreises mit einer der Widerstandsanzapfungen verbunden. Je nach der Einstellung wird dabei die Erregung des einen Motors verstärkt bzw. die des anderen geschwächt und eine entsprechende Änderung der Motordrehzahlen hervorgerufen. Für die Brammenstraße genügte ein dreifach angezapfter Widerstand, um ein Gleichgewicht der Belastungen bei ungleichen Walzendurchmessern und entsprechend ungleichen Drehzahlen herbeizuführen, während man bei der Blockstraße nur die Neigung zum Krümmen des Walzgutes nach unten ausgleichen wollte und einen einmal angezapften Widerstand wählte. Betriebsmäßig wird dabei sowohl an der Blockstraße als auch an der Brammenstraße noch eine gewisse Belastungsungleichheit der Zwillingsmotoren angestrebt, und zwar derart, daß der die untere Walze antreibende Motor immer etwas mehr arbeitet als der andere, damit stets eine geringe Krümmung des Walzgutes nach oben erfolgt und die Rollgangsbeanspruchung vermindert wird. (L. M. Gumm, Electr. Wld., N. Y., Bd. 103, S. 804.) *Opz.*

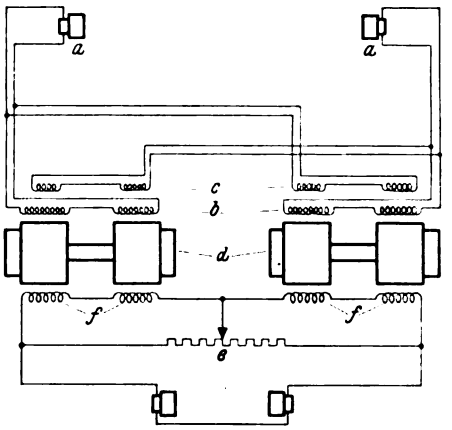


Abb. 6. Prinzipschaltung der Zwillingsmotoren mit Haupt-, Zusatz- und Gegenfeldwicklungen.

Fernmeldetechnik.

Neue magnetische Werkstoffe für die Fernmeldetechnik. — Unter den scharfen Gütebedingungen, denen die Kerne der Pupinspulen unterliegen, spielt die Forderung einer hohen „Stabilität" eine wichtige Rolle. Es wird verlangt, daß die magnetischen Eigenschaften durch kurzzeitige Störströme nur sehr wenig beeinflußt werden. Solche nicht immer vermeidbaren Störströme verursachen eine remanente Magnetisierung. Da nun geringe Magnetisierungsänderungen im allgemeinen auch nur geringe Änderungen der übrigen magnetischen Eigenschaften mit sich bringen, läßt sich eine gute Stabilität am zweckmäßigsten erzielen durch Verwendung von Werkstoffen mit äußerst kleiner Remanenz. Solche Werkstoffe müssen durch besondere technische Maßnahmen gewonnen werden, da die Remanenz der üblichen magnetischen Bleche stets ungefähr die halbe Sättigungsmagnetisierung erreicht (Kurve *a*, Abb. 7). Sehr kleine Remanenzwerte, die eine ausreichende Stabilität gewährleisten, können jedoch

[1]) 1 Fr = 0,80 RM.
[2]) ETZ 1932, S. 943.
[3]) Vgl. ETZ 1932, S. 609.

Digitized by Google

auch an diesen Blechen durch die Einfügung entmagnetisierender Spalte künstlich erzwungen werden (Kurve *b*). Diese Anordnung, die eine Scherung der Magnetisierungskurve mit entsprechender Remanenzverminderung (siehe Kurve *b*) hervorruft, bestimmt die gute Stabilität der Pupin-Massekerne, die aus Mischungen von magnetischem Pulver mit unmagnetischen Bindemitteln gepreßt werden.

Während also die kleine Remanenz der Massekerne auf der entmagnetisierenden Wirkung der Isolierstoffschichten beruht, ist es neuerdings in AEG- und in S. & H.-Laboratorien gelungen, magnetische Werkstoffe herzustellen, die bereits ohne Anbringung von Scherungspalten ebenso kleine Remanenzen und gute Stabilitätswerte aufweisen wie die besten Massekerne. Durch eine besondere Wärme- und Walzbehandlung konnten an Band- und an Blechkernen aus bestimmten Eisen-Nickel-Kupfer-Legierungen anomal kleine Remanenzen erzeugt werden. Diese Werkstoffe werden nach der letzten Glühung einer außergewöhnlich starken Kaltbearbeitung unterzogen und ohne weitere Weichglühung im harten Zustande technisch verwendet. Die Magnetisierungskurve gleicht äußerlich der des Massekernes (Kurve *b*).

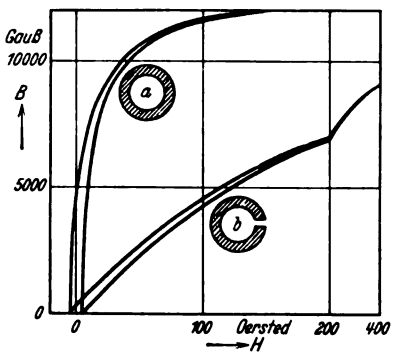


Abb. 7. Massekerne mit und ohne Isolierung.

Zur Deutung der überraschend kleinen Remanenz wurden umfangreiche physikalische Untersuchungen durchgeführt. Zunächst konnte durch Abschreck- und Anlaßversuche festgestellt werden, daß die benutzten Legierungen bei hinreichend hohem Kupfergehalt im Sinne der Ausscheidungshärtung vergütbar sind. Durch weitere Beobachtungen wurde nahegelegt, die kleine Remanenz zurückzuführen auf gerichtete heterogene Ausscheidungen, die während der Kaltbearbeitung entstehen und im Sinne der Theorie von R. Becker[1]) eine magnetische „Vorzugslage" lotrecht zur Walzebene hervorrufen. Daß die anomal kleine Remanenz nicht dem Massekern entsprechend auf einer Scherungswirkung der Ausscheidungen beruht, wurde nachgewiesen durch den Befund, daß die Remanenz beim Anlegen einer Zugspannung an das Legierungsband bis nahe zur Sättigungsmagnetisierung gesteigert werden kann. Diese Erscheinung könnte nicht auftreten bei Anwesenheit entmagnetisierender Spalte. (M. Kersten, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 249.) *Sb.*

Der neue englische Langwellensender Droitwich. — Die British Broadcasting Corporation hat in der Nähe von Droitwich einen 150 kW-Sender errichtet, der den bisherigen 30 kW-Langwellensender in Daventry ersetzen soll[2]). Das nach neuzeitlichen architektonischen Gesichtspunkten erbaute Sendergebäude wird später außerdem den neuen Midland-Regional-Sender mit einer Leistung von 50 kW beherbergen. Technisch ist der Sender in mehrerer Hinsicht bemerkenswert. Die eigene Kraftanlage besteht aus 4 Dieselmotoren von je 750 PS, die direkt mit dreiphasigen Wechselstromgeneratoren von 470 kW, 415 V, 375 U/min gekuppelt sind. Da die normale Belastung, wenn beide Sender laufen, 1000 kW beträgt, sind für gewöhnlich 3 Sätze mit ¾ Last in Betrieb. Außer den zu den Dieselanlagen gehörigen Hilfsmaschinen enthält das Haus der Kraftanlage Lademaschinen für die 220 V-, 1500 Ah-Sammlerbatterie, deren Aufgabe es ist, die Station mit Licht und Strom für Hilfsmaschinen zu versorgen, wenn die Sender außer Betrieb sind und die Dieselmotoren stehen. Der Sender benötigt eine Gleichspannung von 20 kV bei etwa 30 A. Sie wird für gewöhnlich von einem gittergesteuerten Quecksilberdampf-Großgleichrichter in Eisengehäuse geliefert, für den als Ersatz ein zweiter Gleichrichter vorhanden ist. Als Anodenstromquelle für den Midland-Regional-Sender dienen zwei Gleichstromgeneratoren für je 12 kV, von denen jeweils einer in Betrieb ist. Im Bedarfsfalle können beide hintereinander geschaltet werden und die Stromversorgung für den Langwellensender übernehmen. Besonders bemerkenswert sind die Maschinen, die den Heizstrom für die sog. B-Einheit des Langwellensenders erzeugen. Sie sind von Erde vollkommen isoliert, da die Kathoden der Röhren, die sie versorgen, in unmoduliertem Zustand des Senders eine Spannung von 10 kV gegen Erde haben, die sich bei voller Aussteuerung auf 20 kV erhöht. Die zugehörigen Motoren befinden sich auf Erdpotential, und der Antrieb erfolgt über Porzellankupplungen. Die Steuerglieder, wie Feldregler usw., sind ähnlich isoliert. Die Hochfrequenzteile der beiden Sender befinden sich in der Senderhalle auf zwei einander gegenüberliegenden Galerien. Der Langwellensender besteht aus 5 Einheiten. Die erste Einheit A stellt einen dreistufigen Niederfrequenzverstärker mit 4 parallel geschalteten, wassergekühlten 10 kW-Röhren in der Endstufe dar, die mit 10 kV Anodenspannung betrieben werden. Die Einheit B ist ein zweistufiger Hochfrequenzverstärker, der die von einem besonderen Steuersender hoher Konstanz erzeugte Schwingung verstärkt. Die Endstufe enthält 4 wassergekühlte 15 kW-Röhren, die ebenfalls mit 10 kV Anodenspannung betrieben werden. Es wird das „neue" Verfahren der „Serien-Modulation" angewendet. (Das Prinzip dieses Verfahrens ist seit langem bekannt[1]) und in den Anfängen des Röhrensenders viel angewendet worden. D. Ber.). Der Name „Serien-Modulation" rührt davon her, daß die Endröhren der Einheiten A und B in Reihe geschaltet sind. Die Endröhre von A wirkt als sprachgesteuerter Vorwiderstand im Anodenkreis der Endröhre von B. Die Endstufe des Senders besteht aus den drei Einheiten C 1, C 2 und D. C 1 und C 2 enthalten die Röhren der beiden Hälften der Gegentaktstufe. Das sind je drei wassergekühlte 50 kW-Röhren, von denen eine als Ersatz dient. Die Einheit D enthält die Abstimmkreise. Die T-förmige Antenne ist zwischen zwei (anscheinend von Erde isolierten) Masten von 213 m Höhe (700 Fuß) aufgehängt. Die Masten übertreffen die bisher höchsten Masten der BBC an Höhe um 61 m. Sie sind als Eisengittermaste von dreieckigem Querschnitt ausgebildet. Die Probesendungen waren zufriedenstellend ausgefallen. Man hofft, mit dem neuen Sender die ganzen Britischen Inseln mit gutem Empfang versorgen zu können. (Electr. Rev., Lond., Bd. 115, S. 333, und Electrician Bd. 113, S. 323.) *H. Bkm.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Die Gegeninduktivität gleicher Kreise in parallelen Ebenen. — Die Gegeninduktivität eines Paares zylindrischer Spulen gleichen Durchmessers mit parallelen Achsen läßt sich in bekannter Weise auf die Berechnung der Gegeninduktivität von gleichen Kreisen in parallelen Ebenen zurückführen. Die Berechnung dieser Gegeninduktivitäten ist aber besonders zeitraubend, wenn man auf Reihenentwicklungen zurückgreift. Um die Aufgabe für technische Zwecke zu vereinfachen, wurden für Kreise mit dem Radius 1 cm in einem Diagramm mit dem Achsenabstand y der Kreise als Abszisse und dem Ebenenabstand z als Ordinate Linien konstanter Gegeninduktivität gezeichnet. Für n-mal größere Radien und Abstände sind auch die Gegeninduktivitäten n-mal größer. Die Aufgabe wurde für den bislang nicht behandelten Bereich $z = 0{,}1 \cdots 2$ cm und $y = 0 \cdots 3$ cm gelöst. (K. Potthoff, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 9, S. 578.)

Die gegenseitige Beeinflussung von Elektronenstrahlbündeln. — Die Frage nach der gegenseitigen Beeinflussung von Elektronenstrahlbündeln, insbesondere ihrer gegenseitigen Abstoßung, ist für den Bau von Kathodenstrahlröhren mit mehreren Strahlen von ausschlaggebender Bedeutung. Für Elektronenstrahlen im Hochvakuum läßt sich diese Abstoßung angenähert rechnerisch ermitteln: Treten aus zwei kreisrunden Blenden der Anode, die im Abstand d voneinander angebracht sind, zwei Elektronenstrahlbündel zunächst parallel zueinander in einen feldfreien Raum, so ist die Ausweichung δ des Strahlspurpunktes (auf dem Leuchtschirm) aus seiner unbeeinflußten Lage gegeben durch

$$\frac{z}{d} = 2{,}85 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{U_a^{3/4}}{\sqrt{i}} \cdot (1 + U_a \cdot 10^{-6})^{3/4} \cdot f\left(\frac{\delta}{d}\right),$$

worin z die Strahllänge, U_a die Beschleunigungspannung, i den Strahlstrom und $f\ (\delta/d)$ die Funktion

$$f\left(\frac{\delta}{d}\right) = \int_1^{1+2\,\delta/d} \frac{d\,(1 + 2\,\delta/d)}{\sqrt{\ln (1 + 2\,\delta/d)}}$$

[1]) R. Becker, Physik. Z. Bd. 33, S. 905 (1932).
[2]) ETZ 1934, S. 988.

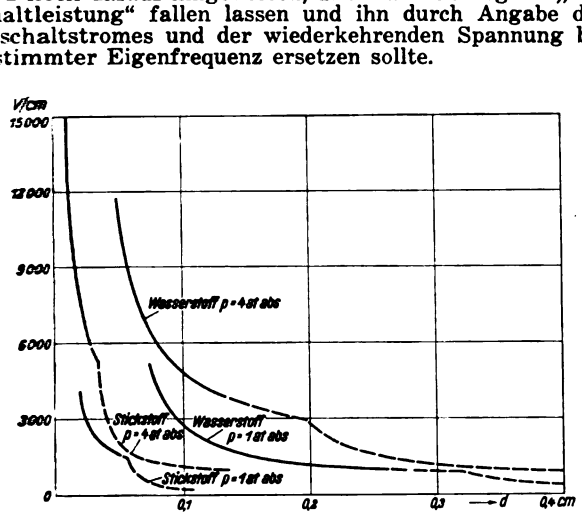
[1]) W. Schäffer, Telefunken-Ztg. 1922, H. 26/27, S. 7.

Digitized by Google

bedeuten. Aus der Rechnung erkennt man, daß Hochvakuum-Kathodenstrahlröhren mit mehreren Strahlen, deren Abmessungen und Strahlströme denjenigen der gebräuchlichen Kathodenstrahlröhren mit einem Strahlbündel entsprechen, bis zu Spannungen von 100 V herab gebaut werden können, ohne daß eine nennenswerte Ausweichung jedes Strahls aus seiner ursprünglichen Bahn stattfindet. Bei gaskonzentrierten Elektronenstrahlen sind die Verhältnisse in der jeden Strahl umgebenden Raumladungswolke aus den im Gas gebildeten Ionen und Sekundärelektronen recht verwickelt, so daß zunächst auf eine rechnerische Ermittlung der gegenseitigen Beeinflussung solcher Strahlen verzichtet werden muß. Man ist daher bei gaskonzentrierten Elektronenstrahlen auf den Versuch angewiesen. Zwei Versuche wurden ausgeführt: Zwei Elektronenstrahlbündel wurden einmal unter einem Winkel von 16° in etwa 3 mm Abstand windschief aneinander vorbeigeschossen, das andere Mal unter 45° zur Durchdringung gebracht. Als konzentrierendes Gas diente der Quecksilberdampf der angeschlossenen Diffusionspumpe; die Beschleunigungsspannungen betrugen 500 bzw. 800 V. Eine merkliche gegenseitige Beeinflussung der Strahlen wurde nicht beobachtet. Mit Rücksicht auf gegenseitige Strahlbeeinflussung können also Mehrfach-Kathodenstrahlröhren in weiten Grenzen sowohl mit als auch ohne Gasfüllung gebaut werden. (G. Wendt, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 9, S. 529.)

Hochspannungstechnik.

Das Schaltproblem der Hochspannungstechnik. — Die Arbeit behandelt im 1. Teil den Abschaltvorgang in Hochspannungsnetzen unter Ausschluß der Vorgänge im Schalterlichtbogen selbst. Es wird zunächst der Verlauf des Effektivwertes der wiederkehrenden Spannung unter Berücksichtigung der spezifischen Beanspruchung der Maschinen bei zwei- und dreipoligem Kurzschluß untersucht und im Anschluß daran die verwickelten Vorgänge, welche Einfluß auf die Größe des Spannungsanstieges der wiederkehrenden Spannung haben, kurz erörtert. In den folgenden Abschnitten wird gezeigt, daß es zum Verständnis der mit dem Abschaltvorgang verknüpften Energieumsetzungen erforderlich ist, die Begriffe „Löschdistanz" und „natürliche Streuung der Abschaltzeit" einzuführen, denn durch diese Größen ist sowohl die maximale mechanische Beanspruchung als auch die günstigste Ausschaltgeschwindigkeit im wesentlichen bestimmt. Zum Schluß wird noch darauf hingewiesen, daß man den Begriff „Abschaltleistung" fallen lassen und ihn durch Angabe des Abschaltstromes und der wiederkehrenden Spannung bei bestimmter Eigenfrequenz ersetzen sollte.



(Oberer Teil der Kurven bis zum Knick entspricht Zündung durch Stoßionisation, unterer Teil Zündung durch Thermoionisation)

Abb. 8. Zündfeldstärke in Stickstoff und Wasserstoff als Funktion des Bogendurchmessers *d*.

Der 2. Teil behandelt die physikalischen Vorgänge im Lichtbogen während der Löschung und die Verhinderung der Neuzündung von Wechselstrom-Lichtbogen. Es wird nachgewiesen, daß bei sehr hoher Frequenz (mehrere tausend Hz) die Löschung bei Wechselstrom im wesentlichen ein Energieproblem ist, daß anderseits bei extrem kleiner Frequenz die Löschung in Luft beim natürlichen Stromnulldurchgang von selbst vor sich gehen würde und daß schließlich bei den gebräuchlichen Frequenzen von 50 und 16⅔ Hz der Löschvorgang bei Wechselstrom im wesentlichen ein Hystereseproblem ist, woraus hervorgeht, daß die Kunst des Schalterbaues vor allem darin besteht, die Hystereseerscheinungen im Lichtbogen zu beseitigen.

In Erkenntnis des Umstandes, daß bei Wechselstrom unter der Wirkung der wiederkehrenden Spannung ein Wettlauf zwischen den elektronenbindenden und elektronenbefreienden Prozessen auftritt, wird gezeigt, wie sich ein derartiger Vorgang angenähert berechnen läßt. Gasdruck und Eigenfrequenz des Stromkreises treten in den Endformeln als Parameter auf. In Abb. 8 ist das wesentlichste Ergebnis der gesamten Untersuchung aufgetragen. Man erkennt, daß die Zündfeldstärke außerordentlich stark von dem Durchmesser *d* der Restsäule abhängig ist, und zwar in dem Sinne, daß sie bei kleinem Durchmesser groß wird. Es sind Kurven für 1 und 4 at Gasdruck eingetragen. Aus Abb. 8 geht ferner hervor, daß die Wiederzündung je nach Gasart, Gasdruck und Durchmesser entweder durch reines Wiederaufheizen (Thermoionisation) oder vorwiegend durch Stoßionisation erfolgt.

Auf Grund photographischer Aufnahmen wird der Durchmesser von Schalterlichtbogen als Funktion des Stromes ermittelt und dabei untersucht, wie weit sich das durch die Hysterese bedingte Nachhinken des Bogendurchmessers hinter dem Strom beseitigen läßt, d. h. mit welchen Werten des Lichtbogendurchmessers man im Schalter zu rechnen hat. Schließlich wird im letzten Abschnitt noch der Einfluß der während des Zündvorganges auftretenden turbulenten Gasbewegungen auf die Zündspannung bestimmt und gezeigt, daß dieser Vorgang für die Lichtbogenlöschung von grundsätzlicher Bedeutung sein kann. (F. Kesselring u. F. Koppelmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 1, S. 1.)

Kreisfunken bei elektrischen Gleitfiguren. — Beim Funkendurchbruch durch das Polbüschel um die Polspitze einer rückseitig metallisch belegten Glas- oder Isolatorplatte sind die Bedingungen zu einem weiteren Wachsen des Gleitergusses in Richtung der Peripherie des Polbüschels besonders günstig. Kommt es bei langsamer Spannungsteigerung wenig über die Durchbruchspannung nur zu einem einzigen Durchbruch, dann tritt von der Durchbruchstelle aus nach beiden Seiten ein das Polbüschel völlig umklammernder Gleiterguß in Form eines „Kreisfunkens" auf. Die Neigung, Kreisfunken zu bilden, ist für positive Ergüsse sehr viel kleiner als für negative. Der Langsamkeit der Spannungsteigerung entsprechend zeigen negative Kreisfunken meist eine schöne, regelmäßige Ruckstufenbildung. Bei Wechselspannung sind Kreisfunken eine sehr häufige, freilich oft nur unvollständig entwickelte Erscheinung, bei deren Ausbildung eine Reihe weiterer, beim einmaligen, unipolaren Spannungsstoß völlig fehlende, begünstigende Umstände, vor allem neben Wärmehysterese auch statische Ladungshysterese, eine Rolle spielen. Während sich am Ende des neu entstehenden Durchbruches das Potential dem des Poles nähert, dreht sich die Feldrichtung an benachbarten Peripheriepunkten aus der Richtung durch den Gleitpol bzw. durch das alte Funkenende in die Richtung durch das neu entstehende Funkenende. Der Drehpunkt, über den sich büschelförmig die Leuchtfäden überkreuzen, wird zum Ausgangspunkt eines weiteren Durchbruches. Die Hysterese der Ionisation und Wärme an diesem Knotenpunkte zermürbt die Luft an ihm bis zum Eintreffen fallender Charakteristik, d. h. bis zur Funkenbildung. Die Verhältnisse bei Wechselspannung lassen sich auch theoretisch aus ungleichsinnig aufeinander folgenden unipolaren Stößen mit etwa gleicher Anstiegs- und Abstiegszeit erklären. Gleichgültig, ob der Vorgang negativ oder positiv beginnt, ergibt sich bei Wechselspannung ein Polbüschel, das in Übereinstimmung mit der Erfahrung stets eine positive äußere Umrandung hat. Diese positive Ringladung begünstigt das Einsetzen des Durchbruches in der negativen Halbwelle. Der Ringfunken bei Wechselspannung hat daher stets das Kennzeichen der Entladung einer positiv geladenen Fläche, d. h. er besteht aus negativen Leuchtfäden, oft wie beim einfachen Stoß mit Ruckstufen. Bei langsamer Steigerung der angelegten Wechselspannung ist infolge Erwärmung die Durchbruchspannung stark gesenkt und der positive Ring nur schmal. Das Kreisbüschel ist demnach ebenfalls schmal. Die Bildung eines positiven Ringes und die Kreisbüschelbildung wiederholen sich dann bei langsamem weiteren Spannungsanstiege. Bei hinreichend langsamem Steigern der Wechselspannung ergibt sich um den Gleitpol herum eine ganze Reihe von sichel- oder eispickelförmigen, verkümmerten Kreisfunken, von denen jeder ein wenig größer als der vorangehende ist und die sich gegenseitig mehr oder minder vollständig umschließen. (M. Toepler, Z. techn. Physik Bd. 14, S. 527.)

O. N.

Digitized by Google

Chemie.

Die elektrochemische Fabrik von Porto-Marghera der Gesellschaft San Marco. — Unweit von Venedig, wo man in den letzten Jahren das Meer auf weite Strecken zwecks Landgewinnung zurückgedrängt hat, ist hier neben anderen Industrien auch obiges Unternehmen zur Herstellung von Kalziumkarbid und Eisenlegierungen entstanden. Die Karbidherstellung ist stets an unmittelbaren, billigen und ausreichenden Strombezug gebunden. Diesen liefert die Società adriatica di Elettricità aus ihrem oberitalienischen Netz, welches sowohl durch die Wasserkräfte der dortigen Seen und Flüsse, als auch durch eine große Dampfkraftanlage von 100 000 kW gespeist wird, die gleich neben der Karbidfabrik liegt. Die Dampfkessel der elektrischen Zentrale werden teils mit Kohle, teils mit Öl gefeuert und können von einen auf den anderen Brennstoff umgestellt werden. Die Karbidfabrik liegt an einem der vielen dort errichteten Kanäle, da die Beförderung der Ausgangsstoffe Kohle und Kalk und die des fertigen Karbids fast nur auf dem Wasserweg geschieht. Die Karbidherstellung wird in 2 elektrischen Öfen von je 16 000 kVA Leistung bewerkstelligt. Diese sind einphasig, d. h. die eine Sekundärleitung des Ofentransformators liegt an Bronzeplatten in der Ofensohle, die andere an einem oben in den Ofen einragenden Bündel Elektrodenkohlen. Zwischen Platten und Kohlen brennt der elektrische Flammbogen, der Kohle und Kalk zu Karbid legiert. Die Beschreibung der Öfen und Transformatoren ist eingehend und für den Fachmann sehr lehrreich, zumal das Schrifttum hierüber spärlich ist. Die Gründung der schweren Öfen, Transformatoren und sonstigen Baulichkeiten bot bei dem aufgeschütteten Boden besondere Schwierigkeiten, die durch verschiedene Verfahren sinnreich überwunden wurden. (R. Sevin, Rev. gén. Électr. Bd. 35, S. 53.)

J. C. F.

Werkstatt und Baustoffe.

Die Prüfung der elektrochemischen Korrosion elektrischer Schweißungen. — Beim Schweißen von Stahl erstrebt man vielfach die Erzielung mechanischer Eigenschaften an der Schweiße, die denen des Grundwerkstoffes entsprechen. Wenn es nur darauf ankommt, dieses Ziel zu erreichen, so kann dies mit einer Reihe von chemischen Zusammensetzungen erfolgen, auch wenn die Zusammensetzung der Schweiße verschieden ist von der des Grundwerkstoffes. Für den Fall aber, daß das Werkstück bei seiner Verwendung einer chemisch angreifenden Umgebung ausgesetzt ist, erscheint die Frage der chemischen Zusammensetzung der Schweiße im Vergleich zum Grundwerkstoff von großer Wichtigkeit, zumal wenn diese chemische Umgebung elektrisch leitend ist und ungleiche elektromotorische Auflösungskräfte an den verschiedenen Stellen erzeugt. Die Folge ist eine Beschleunigung der Korrosion an den anodischen Stellen. Eine bestimmte mechanische Festigkeit kann man an den Schweißen im allgemeinen durch verschiedene Zusammensetzungen verwirklichen, von denen man je nach dem Verwendungszweck des Werkstückes eine bestimmte wählen wird unter Berücksichtigung des elektrochemischen Potentials der Schweiße im Vergleich zu dem des Grundwerkstoffes. Folgendes Verfahren eignet sich nun für die Schnellprüfung der elektrochemischen Korrosion, auf Grund deren Ergebnisses man die Wahl für die Zusammensetzung der Schweiße wählen kann.

Man nimmt zwei Probekörper von einigen cm² Oberfläche, von denen der eine aus dem Grundwerkstoff, der andere aus dem durch Schweißung geschmolzenen Metall besteht, und taucht sie mit ihrem unteren Teil in einen Elektrolyten ein. Dieser Elektrolyt entspricht hinsichtlich seiner Beschaffenheit dem späteren Angriffstoff für das geschweißte Stück im Betrieb. Die beiden Probekörper werden dann von außen durch einen Stromkreis, in den ein Galvanometer eingeschaltet ist, mit dem Elektrolyten verbunden. Es kommt nunmehr darauf an, die Stromrichtung und die Veränderung der elektromotorischen Kraft als Funktion der Zeit zu bestimmen. Durch die Anwendung dieses Verfahrens an Schweißen, die mit dem elektrischen Lichtbogen und mit ummantelten Elektroden vorgenommen worden waren, erhielt man folgende Ergebnisse bei Veränderung der Beschaffenheit des Grundwerkstoffes und des Werkstoffes für die Elektroden:

Der Grundwerkstoff ist ein weicher Kohlenstoffstahl: das Schweißmetall kann beispielsweise ebenfalls ein Kohlenstoffstahl mit 0,25 % C und 0,1 ··· 0,8 % Mn sein. In einer wässerigen Lösung mit 4 % Schwefelsäure ist die Schweißung anodisch, und zwar wächst die elektromotorische Kraft als Funktion der Zeit, um dann nach Erreichung eines bestimmten Wertes gleich zu bleiben. Auch bei Einwirkenlassen einer wässerigen Lösung mit 2 % Salzsäure ist die elektromotorische Kraft anodisch, nur fällt sie hier als Funktion der Zeit, um dann schließlich ihren Wert beizubehalten. Nimmt man als Schweißmetall einen Sonderstahl mit höchstens 0,20 % C, 1 ··· 2 % Ni oder 0,5 % Cr und Cu und läßt die beiden vorgenannten Elektrolyten einwirken, so stellt man fest, daß die Schweißung im allgemeinen kathodisch ist. Welche Polarität auch immer gegeben sein mag, die elektromotorische Kraft fällt als Funktion der Zeit, bevor sie je nach der Zusammensetzung der Schweiße bei einem mehr oder weniger hohen Wert beständig bleibt. In bestimmten Fällen kann sie gleich Null werden.

Der Grundwerkstoff kann ein schweißbarer Sonderstahl mit beispielsweise 0,5 ··· 1,25 % Mn, 0,5 ··· 1 % Cr, 0,5 % Cu und höchstens 0,25 % C sein. Wählt man nun als Schweißmetall einen Kohlenstoffstahl, so ist die Schweiße in der wässerigen Schwefelsäure anodisch; dabei nimmt die elektromotorische Kraft zu, um dann beständig zu bleiben. Ist das Schweißmetall ein Sonderstahl, so ergeben sich die gleichen Beobachtungen wie in dem obigen Falle des weichen Kohlenstoffstahles als Grundwerkstoff und des Sonderstahles als Schweißmetall. Es ergibt sich daraus, daß die Polarität der Schweißnähte gegenüber dem Grundwerkstoff bei den verschiedenen Stählen wechselt. Auf Grund dieser Schnellprüfung lassen sich Schlußfolgerungen ziehen auf die Beschaffenheit der Schweiße selbst und auf die Wirkung der Elektrode bei der elektrischen Lichtbogenschweißung, so daß man entsprechende Veränderungen im Interesse der Verminderung der Korrosion der Nähte vornehmen kann. (L'usine 1934, H. 29, S. 37.) *Kp.*

Verschiedenes.

Sonderhefte der ETZ. — Auch in diesem Jahre wird die ETZ wieder einige Sonderhefte erweiterten Umfanges herausbringen, auf deren erste wir unsere Leser schon im voraus aufmerksam machen möchten. Die Arbeiten dieser Hefte werden jeweils unter einem gemeinsamen leitenden Gedanken stehen, und zwar wird zuerst, als H. 7, ein Fachheft „Deutsche Anlagen im Ausland" erscheinen. Die Aufsätze dieses Heftes werden elektrotechnische Anlagen aller Art im Ausland beschreiben, die von deutschen Firmen in letzter Zeit erstellt wurden. Es ist zu hoffen, daß dieses Heft zur Förderung und Belebung der deutschen Ausfuhr beiträgt.

In ähnlichem Sinne vermögen auch die beiden nächsten Sonderhefte, H. 9 und 10, zu wirken, die der Leipziger Messe gewidmet sind und über bewährte Erzeugnisse, Neuerungen und Betriebserfahrungen an elektrotechnischen Maschinen, Geräten und Werkstoffen usw. berichten sollen, die auf der diesjährigen Leizpiger Frühjahrsmesse ausgestellt sind.

Anordnung 22 vom 17. XII. 1934, betr. Verwendung von Kupfer und dessen Legierungen[1]). — Auf Grund der Verordnung über den Warenverkehr vom 4. 9. 1934 (Reichsgesetzbl. I S. 816) in Verbindung mit der Verordnung über die Errichtung von Überwachungstellen vom 4. 9. 1934 (Deutscher Reichsanzeiger Nr. 209 vom 7. 9. 1934) wird mit Zustimmung des Reichswirtschaftsministers angeordnet:

§ 1.

Leitungen, Erdungen, Verbindungs- und Befestigungsteile aus Kupfer und dessen Legierungen (d. s. unedle Metalle der Klassengruppen VIII und IX gemäß § 1 der Anordnung 12, betr. Lagerbuchführung und Bestandsmeldung für unedle Metalle, vom 25. 9. 1934) dürfen nicht mehr verwendet werden für

a) Starkstromfreileitungen aller Spannungen in Blankmaterial bis 10 mm² als untere Grenze; ausgenommen hiervon sind Fahrleitungen und Schienenverbinder für Hebezeuge, Transportgeräte und Bahnen.

b) Starkstromfreileitungen aller Spannungen in Ausführung als umhüllte und isolierte Leitungen bis 10 mm² als untere Grenze; ausgenommen hiervon sind Leitungen innerhalb von Höfen und Fabrikanlagen sowie für Hausanschlüsse und Kreuzungen, soweit diese Leitungsart nach den Vorschriften des VDE für den Bau von Starkstromfreileitungen erforderlich ist.

c) Null-Leiter (Starkstromrückleitungen) in Erdverlegungen, auch wenn diese schwach umhüllt sind.

[1]) Auszug aus Deutscher Reichsanzeiger und Preußischer Staatsanzeiger Nr. 5 vom 7. 1. 1935.

Digitized by Google

d) Sende- und Empfangsantennen.
e) Blitzableiter.

Ausgenommen von dem Verbote sind Klemmen für den Anschluß von Kupfer und Aluminium.

§ 2.

Rundleiter aus Kupfer und dessen Legierungen dürfen nicht mehr verwendet werden für die Herstellung von Mehrfachbleikabeln mit Papierisolation in Querschnitten von 25 mm² und darüber bei Spannungen bis 1 kV als obere Grenze.

§ 3.

Rund- und Sektorleiter aus Kupfer und dessen Legierungen dürfen nicht mehr verwendet werden für die Herstellung von Starkstrombleikabeln mit Papierisolation bei Spannungen über 1 kV bis 30 kV.

§ 4.

Flach-, Profil- und Rundmaterial aus Kupfer und dessen Legierungen darf nicht mehr verwendet werden für die Herstellung von

a) Sammelschienen und deren Abzweigleitungen bei Starkstrom-Innenraumschaltanlagen mit Querschnitten von 100 mm² und darüber; ausgenommen hiervon sind Sammelschienen und deren Abzweigleitungen bei gekapselten Anlagen.
b) Wicklungen für Lasthebemagnete.
c) Schleifbügeln für Stromabnehmer.

§ 5.

Die Vorschriften dieser Anordnung gelten nicht für die Herstellung von Gegenständen, die nachweislich zur Ausführung von Auslandsaufträgen bestimmt sind.

§ 6.

Das Verbot des § 3 dieser Anordnung gilt ohne jede Übergangszeit für die Verwendung von Rundleitern aus Kupfer und dessen Legierungen mit Querschnitten von 25 mm² und darüber zur Herstellung von Mehrfachbleikabeln mit Papierisolation für Spannungen bis 10 kV einschließlich. Im übrigen dürfen während einer Übergangszeit bis zum 15. 2. 1935 Rund- und Sektorleiter aus Kupfer und dessen Legierungen noch für die nach § 3 dieser Anordnung verbotenen Herstellungszwecke verwendet werden, soweit es sich um die Ausführung von Inlandsaufträgen handelt, die nachweislich beim Inkrafttreten der Anordnung bereits fest erteilt und eingeteilt sind.

Während einer Übergangszeit von 2 Wochen nach Inkrafttreten dieser Anordnung darf Flach-, Profil- und Rundmaterial aus Kupfer und dessen Legierungen noch verwendet werden für die Herstellung der unter § 4 a und b dieser Anordnung bezeichneten Gegenstände, soweit es sich um die Ausführung von Inlandsaufträgen handelt, die nachweislich beim Inkrafttreten der Anordnung bereits fest erteilt und eingeteilt sind.

§ 7.

Weitere Ausnahmen von den Vorschriften dieser Anordnung können in einzelnen Fällen von der Überwachungstelle für unedle Metalle bewilligt werden.

Anträge mit eingehender Begründung und Mengenangabe sind an die Überwachungstelle zu richten. Vor erteilter Genehmigung ist die Verwendung für die verbotenen Zwecke unzulässig.

§ 8.

Zuwiderhandlungen gegen diese Anordnung fallen unter die Strafvorschriften der §§ 10, 12 ··· 15 der Verordnung über den Warenverkehr vom 4. 9. 1934.

§ 9.

Diese Anordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung im Deutschen Reichsanzeiger in Kraft.

Gleichzeitig treten außer Kraft:

die Anordnung 4 vom 1. 6. 1934, betr. Freileitungen für die Elektrizitätsversorgung[1]),

der § 1 der Anordnung 10 vom 15. 8. 1934, betr. Verwendung von Kupfer, Nickel, Zinn und Quecksilber[2]).

Abgesehen von dem Wegfall des § 1 bleibt im übrigen die Anordnung 10 in vollem Umfange in Kraft. Die in der Anordnung 10 enthaltenen Herstellungsverbote sind durch die Nachtragsanordnung 17 vom 12. 10. 1934 nicht aufgehoben worden.

Berlin, den 17. 12. 1934.

Der Reichsbeauftragte
der Überwachungstelle für unedle Metalle.
gez. Lüttke.

[1]) ETZ 1934, S. 593.
[2]) ETZ 1934, S. 870.

Normblatt Aluminiumbronze. — Der Fachnormenausschuß für Nichteisenmetalle veröffentlicht einen „Normblattentwurf Aluminiumbronze." (DIN E 1714 Entwurf 1). Einsprüche sind bis zum 1. II. 1935 an den Fachnormenausschuß für Nichteisenmetalle, Berlin NW 7, Hermann-Göring-Str. 27, zu richten. Von dieser Stelle kann auch der Entwurf bezogen werden. *of*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Ausstellung „Das Wunder des Lebens", Berlin 1935. — In der Zeit vom 23. III. ··· 5. V. 1935 findet in den Ausstellungshallen am Kaiserdamm die Ausstellung „Das Wunder des Lebens" statt. Der soeben erschienene Ausstellungsprospekt schildert die Zielsetzung und Aufgliederung dieser großen deutschen Kulturschau, die einen weiteren Schritt in der Richtung, die mit der Ausstellung „Deutsches Volk — Deutsche Arbeit" eingeschlagen wurde, darstellt. In fünf Gruppen werden „Das Gesetz des Lebens", „Die Lehre vom Leben", „Der Träger des Lebens", „Die Stätten des Lebens" und „Die Erhaltung des Lebens" zu einer Lehrschau von fesselndster Vielseitigkeit gestaltet, die von jedem musealen Charakter befreit und völlig lebens- und volksnah ist. Veranstalter: Gemeinnützige Berliner Ausstellungs-, Messe- und Fremdenverkehrs G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 9, Ausstellungshallen am Kaiserdamm (Tel.: J 3 Westend 6961).

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]). — Im November 1934 war die Erzeugung der 122 Elektrizitätswerke um 55,6 Mill kWh (3,5 %) und arbeitstäglich um 6,9 Mill kWh (11,7 %) größer als im Vormonat. Sie übertraf gleichzeitig die Produktion des November 1933 um 285,2 bzw. 9,1 Mill kWh (21 bzw. 16 %). Der Verbrauch der von 103 Werken belieferten Abnehmer ist im Oktober insgesamt um 30,5 Mill kWh (5,6 %) gegen den September gewachsen, je Arbeitstag allerdings um 0,5 Mill kWh zurückgegangen. Seine Zunahme im Vergleich mit dem Parallelmonat des Vorjahrs betrug 101,5 Mill kWh (21 %) und arbeitstäglich 3,1 Mill kWh (17 %). Das Statistische Reichsamt bemerkt, daß die gewerbliche Stromabgabe der 103 Werke in den ersten 10 Monaten von 1934 um 16 % über dem Vergleichstand des Vorjahrs und nur um 1 % unter der der entsprechenden Monate von 1929 gelegen habe.

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933
I.	1425,2	1264,9	54,8	48,6	501,0	421,1	19,3	16,2	3,97	3,39
II.	1285,3	1086,2	53,6	45,3	474,4	385,7	19,8	16,1	4,09	3,36
III.	1337,1	1145,1	51,4	42,4	509,4	408,0	19,6	15,1	4,04	3,16
IV.	1249,4	1043,5	52,1	45,4	498,7	397,0	20,8	17,3	4,27	3,63
V.	1211,8	1097,6	50,5	42,2	508,8	423,5	21,2	16,3	4,32	3,42
VI.	1244,5	1031,1	47,9	41,2	538,0	421,7	20,7	16,9	4,20	3,54
VII.	1307,3	1049,5	50,3	40,4	536,0	437,9	20,6	16,8	4,21	3,52
VIII.	1399,0	1196,9	51,8	44,3	552,9	461,1	20,5	17,1	4,18	3,58
IX.	1410,2	1165,0	56,4	44,8	549,3	460,5	22,0	17,7	4,45	3,70
X.	1585,5	1300,5	58,7	50,0	579,8	478,3	21,5	18,4	4,36	3,83
XI.	1641,1	1355,9	65,6	56,5	.	487,3	.	20,3	.	4,22

fm.

Weitere Zunahme der portugiesischen Elektrizitätserzeugung[2]). — Nach einer kürzlich veröffentlichten Statistik des Staatlichen Amts für Wasser- und Elektrizitätsversorgung hat sich der seit Jahren anhaltende Fortschritt des Stromverbrauchs auch im Jahre 1933 fortgesetzt. Während im Vergleich zum vergangenen Jahr die installierte Leistung der Wasserkraftwerke unverändert blieb, ging die der Wärmekraftwerke infolge verschiedener Stillegungen erstmalig etwas zurück (Zahlentafel 1).

Die Gesamtleistung verteilt sich auf 569 Erzeugungsanlagen; hiervon entfielen 158 800 kW auf die 170 öffentlichen Werke. Im Durchschnitt waren bei der öffentlichen Elektrizitätsversorgung je Anlage 834, bei den betriebseigenen Anlagen dagegen nur 120 kW installiert. Die Benutzungsdauer der 86 Wasserkraftwerke, die i. V. infolge

[1]) Vgl. ETZ 1934, S. 283, 1281.
[2]) Vgl. ETZ 1933, S. 1176.

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Entwicklung der installierten Leistung in 1000 kW.

Jahr	Wasserkraftwerke	Wärmekraftwerke	Sämtliche Werke
1928	33,6	102,1	135,7
1929	36,0	108,2	144,2
1930	36,6	113,8	150,4
1931	37,6	147,3	184,9
1932	53,6	156,3	209,9
1933	53,6	153,4	207,0

des verstärkten Ausbaus auf 1930 h zurückgegangen war, ist 1933 auf 2020 h gestiegen, die der Wärmekraftwerke von 1160 auf 1330 h.

Die Stromerzeugung, die im Jahre 1932 um knapp 5 % zugenommen hatte, wuchs im Jahre 1933 um abermals 5,3 %. Gegenüber 1927 beträgt die Zunahme der Gesamterzeugung 62 %. Die Erzeugungszunahme (Zahlentafel 2) beschränkt sich auf die öffentliche Stromerzeugung, während bei den betriebseigenen Anlagen eine Abnahme eingetreten ist.

Zahlentafel 2. Entwicklung der Stromerzeugung Mill kWh.

Jahr	Öffentliche Werke	Betriebseigene Werke	Gesamterzeugung
1927	.	.	187,0
1928	161,4	55,5	216,9
1929	187,1	53,3	240,4
1930	204,9	54,7	259,6
1931	219,3	48,5	267,8
1932	228,0	58,7	286,7
1933	249,8	52,0	302,0

Der Anteil der betriebseigenen Anlagen an der gesamten Stromerzeugung des Landes hat sich somit von 25,6 % im Jahre 1928 auf 17,2 % im Jahre 1933 verringert.

Gegenwärtig leben von den 6,19 Mill Einwohnern 5,47 Mill im Bereich der öffentlichen Elektrizitätsversorgung, doch ist die Anschlußdichte noch immer sehr niedrig. Die Gesamzahl der Elektrizitätsverbraucher stieg im vergangenen Jahr von 223 000 auf 233 000. Der Elektrizitätsverbrauch je Kopf der Bevölkerung stellte sich auf 39,1 kWh, bei Einrechnung der betriebseigenen Anlagen auf 48,9 kWh. In den einzelnen Gebieten des Landes ergeben sich jedoch außerordentlich starke Unterschiede. So betrug z. B. der durchschnittliche Stromverbrauch je Kopf im Jahre 1933 in der Provinz Braganca nur 2,1 kWh, im Bezirk von Lissabon dagegen 113,7 kWh, in der Stadt Lissabon 146,6 kWh und in der Stadt Oporto sogar 187,2 kWh.

Vom gesamten Stromverbrauch wurden 1933 20,3 % für Verkehrszwecke, 2,9 % für den Bedarf elektrochemischer Unternehmungen, 51,8 % für verschiedene Kraftzwecke und 25 % für öffentliche und private Beleuchtung verwendet. (Electr. Rev., Lond., Bd. 115, S. 294.) *A. Fr.*

AUS LETZTER ZEIT.

Beschränkung der Herstellung von Starkstromkabeln und isolierten Leitungen[1]. — Auf Anordnung des Reichswirtschaftsministers vom 28. XII. 1934. wonach bis zum 31. XII. 1934 verboten war, „ohne seine Einwilligung neue Unternehmungen zu errichten, in denen Starkstromkabel oder isolierte Leitungen hergestellt werden sollen, die Leistungsfähigkeit bestehender Unternehmungen, in denen Starkstromkabel oder isolierte Leitungen hergestellt werden, zu erweitern und den Geschäftsbetrieb bestehender Unternehmungen auf die Herstellung von Starkstromkabeln oder isolierten Leitungen zu erweitern", ist obige Frist bis zum 30. VI. 1935 verlängert.

[1]) Vgl. ETZ 1934, S. 261.

Über eine Million mehr Rundfunkteilnehmer. — Die Gesamtzahl der Rundfunkteilnehmer im Deutschen Reich betrug am 1. I. 1935 6 142 921 gegenüber 5 911 330 am 1. XII. 1934. Im Laufe des Dezember ist eine Zunahme um 231 591 Teilnehmer (3,9 %) eingetreten. Die Gesamtzunahme im Kalenderjahr 1934 beträgt 1 090 314 Teilnehmer (21,6 %). Unter den 6 142 921 Rundfunkteilnehmern am 1. I. 1935 befanden sich 427 464, denen die Rundfunkgebühren erlassen sind, darunter 282 571 Arbeitslose.

Große Phasenschieber-Kondensatorenanlage in Thüringen. — Die Kraftwerk Sachsen-Thüringen AG. hat Anfang Dezember 1934 in ihrem rd. 900 km umfassenden 10 kV-Netz eine Kondensatorenanlage von 5000 BkW, 10 kV, zur Phasenverbesserung in Betrieb genommen. Die Anlage dürfte die z. Z. größte in Europa sein. Dank einer Kunstschaltung ist es möglich, einen Teil der Kondensatoren ohne Verzerrung der Spannungskurve auch im Schwachlastbetrieb des Netzes eingeschaltet zu lassen und dadurch den Leistungsfaktor des Fernstrombezuges auch in dieser Zeit auf 1 zu halten.

Reichsbahnlinie Mering—Weilheim wird elektrisiert. — Die bisher mit Dampf betriebene Strecke Mering—Weilheim, eine Verbindung des Ammersees mit Augsburg, soll für elektrischen Betrieb eingerichtet werden. Mit den Arbeiten dürfte im Frühjahr begonnen werden.

Eine Reichs-Habilitationsordnung. — Der Reichsminister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung hat eine Habilitationsordnung ausgearbeitet, die für das ganze Reich maßgeblich und ab Mitte Dezember in Kraft getreten ist. Das Wesentliche an dieser neuen Verordnung ist die Beseitigung der freien Privatdozentur. Zwischen „Habilitation" und „Dozentur" wird in Zukunft streng unterschieden. Die Habilitation setzt den Doktor- und Lizentiatengrad voraus und findet frühestens im dritten Jahr nach Studienabschluß statt. Der Bewerber erhält den Grad eines habilitierten Doktors, des „Dr. habil." Dozent kann dagegen nur der werden, der den Ansprüchen des Beamtengesetzes entspricht, außerdem muß er habilitiert sein. Die vor Mitte Dezember Habilitierten erhalten ohne weiteres den Grad des Dr. habil.

Verlegtes Sommersemester 1935. — Für das Sommersemester dieses Jahres an den Universitäten und Techn. Hochschulen ist eine vorläufige Neuregelung getroffen worden. Danach schließt das Wintersemester schon am 15. Februar. Das Sommersemester beginnt am 1. April und endet am 29. Juni. Die Ferien zu Ostern und Pfingsten fallen aus. Von Bedeutung ist die Bestimmung, daß im Sommersemester neue Studenten nicht immatrikuliert werden.

Bau eines Elektrizitätswerks in Island. — Die Stadt Reykjavik auf Island beabsichtigt, die Wasserfälle Elvensog auszubauen und für die Gewinnung elektrischen Stromes nutzbar zu machen. Die Turbinenanlage soll vorerst zwei Maschinen von je 6250 PS umfassen; später soll ein weiterer Ausbau bis zu insgesamt 25 000 PS stattfinden. Für den ersten Ausbau ist in Schweden und Dänemark eine Anleihe aufgenommen worden.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am Dienstag, dem 22. I. 1935, 8 h abends, in der Technischen Hochschule in Berlin, Hörsaal EB 301.

Tagesordnung:

Aussprache über das Thema: „Bemerkenswertes aus der Entwicklung des deutschen Hochspannungs-Schaltanlagenbaus im Jahre 1934."

Hierzu sind folgende Beiträge angemeldet:

1. Steigerung der Ausschaltleistung von Leistungschaltern in bestehenden Schaltanlagen. (Herr Schwenk.)
2. Masselose eisengekapselte Hochspannungs-Schaltanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung von Wasserschaltern. (Herr Andorff.)
3. Über den Lichtbogenschutz von Innenschaltanlagen und den Schutz gegen Ölbrände in Freiluft-Schaltanlagen. (Herr Meiners.)
4. Auswertungsergebnisse der Störungs- und Unfallstatistik von Hochspannungs-Schaltanlagen und deren Einfluß auf den Bau neuzeitlicher Schaltanlagen. (Herr Sihler.)

Im Anschluß an diese Kurzvorträge werden folgende besonderen Fragen zur Aussprache gestellt werden:

Zu 1. Ist der Umbau vorhandener Ölschalter mit Rücksicht auf die Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit zu verantworten?

Digitized by Google

Zu 2. Welche Gründe sprechen für den Bau von massefreien, gekapselten Schaltanlagen mit öllosen Schaltern?
Zu 3. Worin bestehen die notwendigsten Schutzmaßnahmen bei ausgeführten und bei neu geplanten Freiluftanlagen gegen die Brandgefahr?
Zu 4. Lassen sich die Ergebnisse aus der Unfall- und Störungsstatistik in wirtschaftlich vertretbarer Weise zur Erhöhung der Sicherheit vorhandener Schaltanlagen heranziehen?

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über die Vorträge ist nur zulässig, wenn der Vorsitzende sich vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für die Vorträge bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken.

Der Vorsitzende:

Dr. Rehmer.

Außerordentliche Sitzung

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens am 15. V. 1934 in der Technischen Hochschule zu Berlin.

Besprechung des Vortrags

des Herrn Dipl.-Ing. Willms

„Geräuschmessungen an elektrischen Maschinen".

Vorsitz: Herr Präsident Professor Dr. K. W. Wagner.

Vorsitzender: Ich eröffne die gemeinschaftliche wissenschaftliche Sitzung des Elektrotechnischen Vereins und der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens und heiße die erschienenen Mitglieder und Gäste recht herzlich willkommen. Zur Tagesordnung erteile ich Herrn Dipl.-Ing. Willms das Wort zu dem Vortrag über das Thema: „Geräuschmessungen an elektrischen Maschinen".

(Folgt Vortrag, der großen Beifall auslöst.)

Vorsitzender: Ich danke Herrn WILLMS für seinen sehr interessanten Vortrag. Der Zweck der Arbeit, über die Herr WILLMS berichtet hat, war, für die Praxis Unterlagen zu schaffen für die Messung und Bewertung der Geräusche von elektrischen Maschinen. Wenn man ein Geräusch bewerten will, muß man es zunächst überhaupt messen können. Daß man das heute in befriedigender Weise machen kann, und wie es geschieht, haben Sie aus dem Vortrag gehört. Ich möchte in meiner Eigenschaft als Vorsitzender des Fachausschusses für Lärmminderung beim VDI mich dem Dank anschließen, den Herr WILLMS dem Elektrotechnischen Verein bereits ausgesprochen hat für seine großzügige Förderung dieser Arbeiten, die dadurch überhaupt erst ermöglicht worden sind.

Ich eröffne die Diskussion zu dem Vortrag und bitte um Wortmeldungen.

Herr Kloss: Die Darlegungen des Herrn Vortragenden zeigen uns einen außerordentlichen Fortschritt insofern, als man Meßmethoden ausgearbeitet hat, die es gestatten, Geräusche objektiv festzustellen. Für den Praktiker ist aber damit natürlich nur ein Schritt auf dem Wege getan. Das Problem, das dem Praktiker gestellt ist, ist damit noch keineswegs vollkommen gelöst. Wenn eine Maschine als geräuschbildend befunden wird, dann will der Praktiker wissen, wo die Quelle des Geräusches sitzt und welches die Ursachen des Geräusches sind. Er will wissen, ob es eine rein mechanische Ursache ist oder ob magnetische Kräfte die Ursache für das Geräusch sind. Der Praktiker muß also das Geräusch vor allem lokalisieren können. Ich möchte den Herrn Vortragenden fragen, ob man bald in der Lage sein wird, auch dieser praktischen Frage näherzutreten.

Vortragender: Ich glaube, daß man da etwa folgendermaßen vorgehen kann. Vor allen Dingen wird die Klanganalyse eine gewissen Aufschluß geben können; insofern nämlich, als die Geräusche in einer gewissen Periodizität auftreten. Je nachdem, ob die Geräusche mit der Drehzahl oder mit dem Netz frequent sind, handelt es sich um magnetische oder mechanische Ursachen. Man kann auch so vorgehen, wie ich schon angedeutet habe, daß man den Motor antreiben läßt. Treten dabei keine Geräusche auf, dann müssen die Geräusche in der magnetischen Spannung ihre Ursache haben.

Herr Meißner: Zu der technischen Bedeutung der Klanganalyse möchte ich bemerken, daß mit dieser schon manche technischen Erfolge erzielt worden sind. Wir benutzen bei der AEG seit langer Zeit Apparate für Klanganalyse zur Untersuchung der verschiedenartigsten Vorgänge. Insbesondere ist es bei Drehstrommotoren durch die Klanganalyse Herrn Dr. LUND gelungen, die günstigste Nutenzahl herauszufinden. Dadurch war es möglich, eine Rotorkonstruktion zu entwickeln, die bei gleicher Leistung geräuschlos arbeitet.

An sich kommen für die Geräuschbeseitigung der Maschinen zwei Hauptgesichtspunkte in Betracht: Jede Maschine ist einerseits ein Geräuschgenerator, anderseits ein akustisches Strahlersystem. Das Gehäuse und die Hülle der Maschine wirken nach außen wie eine strahlende Schallmebran, die durch den Geräuschgenerator gespeist wird. Nach Untersuchung und zweckmäßiger Ausgestaltung des Generators auf kleinste Geräuscherzeugung ist die 2. Aufgabe des Technikers, den Strahler zu untersuchen mit den Mitteln, die der Vortragende erwähnte, oder mit Hilfe eines piezoelektrischen Abnehmers ihn abzutasten nach den Stellen, an denen die größten Strahlwirkungen nach außen auftreten, nach den größten Amplituden. Man findet an dem Gehäuse und den Hüllen der Maschinen Knoten und Bäuche ihrer akustischen Schwingungen, gewissermaßen fremd erregte Lissajousche Figuren. Die Stellen maximaler Amplitude hat der Konstrukteur durch Anbringen entsprechender Rippen, Versteifungen und Füllungen zu beseitigen und abzudämpfen. In dieser Art können die Wirkungen des Gehäuses als Schallstrahler und damit die Geräusche der Maschinen wesentlich vermindert werden.

Herr Bobek: Der Herr Vortragende zeigte in einem Bild, daß die magnetischen Geräusche eines Motors bei wachsender Drehzahl in der Lautstärke im allgemeinen ziemlich unverändert blieben, während die Lautstärke der mechanischen Geräusche mit der Drehzahl anstieg. Die nahezu horizontale Kurve veranschaulichte die magnetischen und mechanischen Geräusche und die ansteigende Kurve nur die mechanischen Geräusche. Bei der Drehzahl 1500 erreichten beide Kurven den gleichen Wert. Heißt das nun, daß in diesem Punkt die mechanischen Geräusche dieselbe Lautstärke erzielten wie die magnetischen, oder hat die Summe der Lautstärken in diesem Punkt im wesentlichen nur die mechanischen Geräusche umfaßt? Wir haben z. B. bei dem Versuch mit den beiden Klingeln festgestellt, daß zwei gleichstarke Geräusche sich nicht addieren, sondern nur eine geringfügige Steigerung der Lautstärke des einzelnen Geräuschs ergeben. Bedeutet das nun, daß bei einem Motor das magnetische Geräusch praktisch einflußlos wird, wenn das mechanische Geräusch es um ein geringes übersteigt? Oder ist es so, daß die Geräusche sich wegen ihrer Verschiedenartigkeit doch addieren? Das ist praktisch wichtig. Denn nach dem Klingelversuch muß man schließen, und es ist auch bekannt, daß in einem Maschinenhaus, in dem mehrere gleichartige Maschinen laufen, die Geräuschstärke praktisch nicht größer ist, als wenn nur eine Maschine läuft. Ist dies, in Phon gemessen, anders, wenn es sich um verschiedenartige Maschinen handelt? Beispielsweise eine große Maschine mit einem tiefen Brummton und daneben ein kleiner Motor mit einem ganz anders gearteten Geräuschton.

Vortragender: Es ist gleichgültig, ob es sich um gleichartige oder um verschiedenartige Geräusche handelt. Geben zwei Geräusche je einen Ausschlag von 80 Phon auf einem objektiven Geräuschmesser, dann erhalten wir beim Zusammenwirken der beiden Geräusche insgesamt 83 Phon. Dabei ist aber eine Einschränkung insofern zu machen, als dieses Additionsgesetz für das Ohr nicht so ohne weiteres besteht. Das ist ein Punkt, der auf die Verschiedenartigkeit der Lautstärkeempfindung durch das Ohr und den Geräuschmesser hinweist. Es kommt ferner hinzu, daß auch dann, wenn die Geräusche verschiedenartig sind, das Ohr sehr wohl imstande ist, die Geräusche voneinander zu trennen. Es ändert sich in der Hauptsache die Klangfarbe, die Lautstärke wird nicht so sehr hinaufgesetzt. Man kann das „Additionsgesetz" $80 + 80 = 83$ als Richtwert sehr wohl annehmen.

Vorsitzender: Ich darf folgendes hinzufügen. Der Lautstärkemesser bewertet die verschiedenen Frequenzen dadurch, daß er eine Empfindlichkeitskurve hat, die ähn-

Digitized by Google

lich der Ohrempfindlichkeit ist, so daß der Lautstärkemesser zum mindesten in großen Zügen ungefähr das angibt, was das Ohr empfindet, und zwar auch dann, wenn die beiden Geräusche verschiedenartig sind. Der Versuch mit den beiden Klingeln war in dieser Beziehung eindrucksvoll. Wir hörten die beiden Klingeln ungefähr gleichlaut. Als sie zusammenklangen, zeigte der Geräuschstärkemesser jedoch nur 3 Phon mehr. In der Tat hat man dabei auch nicht den Eindruck einer erheblichen Verstärkung des Geräuschs gehabt.

Herr **Neumann:** In der Praxis stellt die Dämpfung der Maschine sehr verwickelte Probleme zur Diskussion. Die Meßmethoden, die wir heute kennen gelernt haben, beschäftigen sich alle mit dem Schall, den die Maschine der sie umgebenden Luft mitteilt. Dieser Schall ist aber in vielen Fällen gar nicht einmal so sehr gefährlich. Ist eine Maschine sehr lärmerzeugend, dann sperrt man sie in ein Haus ein und versieht es mit dicken Mauern. Trotzdem ist außerhalb des Hauses immer noch sehr viel Geräusch zu hören. Oft zeigt sich auch, daß in den unmittelbar benachbarten Räumen die Geräuschbelästigung gar nicht einmal so groß ist, während in einem entfernter liegenden Raum infolge irgendwelcher Resonanzerscheinungen sehr störende Geräusche auftreten. Der Grund liegt in der Schallausbreitung innerhalb der Wände. Ich möchte diesen Schall im Gegensatz zum Luftschall als Körperschall bezeichnen. — Ich möchte nun fragen, ob Meßmethoden bekannt sind, um festzustellen, in welchem Maße eine Maschine, die meinetwegen gut isoliert ist, trotz der Isolation auf dem Fundament einen störenden Körperschall von sich gibt?

Herr G. **Buchmann:** Ich möchte hierzu bemerken, daß die Abstrahlung des Schalles als Körperschall von dem Fundament und der Aufstellung der Maschine abhängig ist. Man kann diesen Körperschall ziemlich gut dämpfen durch Schwingungsdämpfer, Federn und gummiartige Materialien, z. B. Weichgummi oder Kork. Ich glaube, daß da kein so großes Problem ist wie die Verhinderung der Luftschallausbreitung.

Herr **E. Meyer:** Zur vorigen Anfrage betreffend Feststellung von Körperschall ist zu bemerken, daß eine geeignete Meßmethode hierfür in der Verwendung eines elektrischen Tonabnehmers mit Verstärker und Anzeigeinstrument besteht. Mit ihm läßt sich quantitativ die Ausbreitung von Körperschall in Baustoffen verfolgen und zugleich die Schwingungsrichtung festlegen. Mit dieser Methode ist kürzlich die räumliche Dämpfung von Schallwellen in den einzelnen Materialien, wie Holz, Eisen, Beton und Ziegelmauerwerk, gemessen worden.

Herr **Polenz:** Ich möchte auf eine andere Nutzanwendung der Arbeit hinweisen, nämlich auf die Erzeugung von Geräuschen, die u. U. auch wichtig sein kann. Um ein praktisches Beispiel zu nennen, möchte ich nur auf ein Problem der Fernmeldetechnik hinweisen. Es ist der ganz gewöhnliche Telephonwecker mit möglichst geringer Energie, die man in solchen Fällen sparsam anwendet. Die alte Streitfrage, ob man den Einschalenwecker oder den Zweischalenwecker wählen soll, um einen möglichst guten akustischen Effekt zu erzielen, und wie die Weckerschalen abgestimmt sein müssen, wäre somit auch gelöst. Der Versuch hat gezeigt, daß es sinnlos ist, 2 Weckerschalen zu verwenden, denn sie machen, wenn sie die gleiche Größe haben, auch nicht mehr Lärm als eine Schale. Man hat z. B. bei der Reichspost überall den Zweischalenwecker eingeführt in der Erwartung, daß damit eine erheblich größere Lautstärke erzielt würde. Die Erkenntnisse der Arbeit sind also von Wert für die Auswahl der Möglichkeiten, die bei der Klangerzeugung bestehen.

Vorsitzender: Ich möchte erwähnen, daß das Additionsgesetz selbstverständlich nur für Geräusche gilt, die nicht in irgendeinem Takt verlaufen. Töne gleicher Frequenz können sich auch subtrahieren, wenn sie gegenphasig sind; dann kann z. B. 80 Phon plus 80 Phon auch 0 ergeben.

Da weitere Fragen nicht mehr gestellt werden, darf ich Herrn WILLMS nochmals für seinen wertvollen Vortrag danken, dessen Bedeutung durch die sehr ausgiebige Besprechung unterstrichen wird. Ich schließe die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Ausschuß für Transformatoren.

Berichtigung

zur Veröffentlichung auf S. 1285, H. 52, 1934.

Änderungen und Ergänzungen zu VDE 0532 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.".

In § 48 „Sprungwellenprobe" muß es in der 3. Zeile heißen „2,5 kV".

Der zuletzt angeführte § 62 wird jetzt § 69 mit der Überschrift „Zulässige Abweichungen".

ETZ-Einbanddecken 1934.

Für den Jahrgang 1934 stellen wir den Beziehern der ETZ wiederum Einbanddecken zur Verfügung. Der Preis beträgt 2,20 RM für den Halbjahrsband einschließlich Versandkosten. Die Bestellung kann erfolgen durch Einzahlung auf das Postscheckkonto des VDE: Berlin 213 12 (Versandanschrift genau aufgeben, ebenso Vermerk hinzufügen: „ETZ-Einbanddecken"). Bei schriftlicher Bestellung erfolgt der Versand unter Nachnahme zuzüglich der Unkosten hierfür.

VDE-Vorschriftenbuch.

Angesichts der zahlreichen, noch im Dezember 1934 vorgenommenen Änderungen und Ergänzungen an VDE-Bestimmungen ist es notwendig geworden, die Herausgabe der 20. Auflage des VDE-Vorschriftenbuches noch weiter zu verschieben, um sie genau nach dem Stande am 1. Januar 1935 herauszubringen. Die 20. Auflage erscheint nunmehr Ende Februar 1935.

Nähere Mitteilungen über die Preise und Lieferungsbedingungen werden an dieser Stelle noch veröffentlicht.

Taschenordner.

Den Wünschen aus Mitgliederkreisen entsprechend hat der VDE Taschenordner anfertigen lassen, die zur Aufbewahrung einer geringeren Zahl von VDE-Sonderdrucken auf der Reise und in der Fabrik bestimmt sind.

Diesem Zweck gemäß sind sie biegsam aus abwaschbarem Kunstleder für einen Inhalt von 1,5 cm Stärke hergestellt, so daß sie in der Tasche mitgeführt werden können.

Die Preise sind:

für VDE-Mitglieder . . . . . 1,— RM,
für Nichtmitglieder . . . . . 1,25 „
zuzüglich Porto.

Bestellung erbitten wir an den VDE, Verlagsabteilung, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33. Der Versand erfolgt sofort.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Digitized by Google

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Niederschlesien, Breslau. 22. I. (Di), 20 h, T. H., E. I. gr. Hörs.: „Die Grundlagen der modernen Atomphysik". Prof. Dr. Schäfer.

VDE, Gau Danzig. 21. I. (Mo), 20 h, T. H. Elektr. Inst.: „Stromrichter in der Praxis" (m. Filmvorführ.). Dr. Leukert.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 22. I. (Di), 20 h, T. H., Hörs. 42: „Rundfunkstörungen". Postrat Eppen.

VDE, Gau Köln. 25. I. (Fr), 20 h, Lesegesellschaft, Langgasse: „Moderne Hochspannungskabel". Dr. Brauns.

VDE, Gau Pommern, Stettin. 18. I. (Fr), 20 h 15 m, Konzerthaus: „Vollelektrisierte Haushalte in Stettin". Dir. Krämer.

Deutsche Gesellschaft für Elektroschweißung, Berlin. 23. I. (Mi), 20 h, Ingenieurhaus: „Wo stehen wir in der Entwicklung der Schweißtechnik im Stahlbau und welche Rolle spielen die Vorschriften?" Dr.-Ing. Klöppel.

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure (gemeinsam mit dem Außeninstitut der T. H. Berlin). 29. I., 5., 12., 19. u. 26. II. (Di), 18 h 30 m ... 20 h: Vortragsreihe „Technische Strömungsphysik". Fünf Doppelstunden 5 RM.

Ausschuß für industrielles Rechnungswesen (gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft für industrielle Betriebswirtschaft beim VDI): 31. I. (Do), 18 ... 20 h, T. H., Berlin: Beginn des Kursus „Zeitfragen in betriebswirtschaftlicher Beleuchtung. (Sechs Doppelstunden an sechs aufeinanderfolgenden Donnerstagen.) Teilnehmergebühr einschl. Afir-Mappe II 22 RM. Anmeldungen bis 20. I. 1935 an den VDI, Ingenieurhaus, Afir, erbeten.

LITERATUR.

Besprechungen.

Krupp-Siemens Nebenerwerbs-Siedlungen für Kurz- und Vollarbeiter. Neue Wege industrieller Siedlungspolitik, prakt. Erfahrungen, Ziele u. Forderungen. Im Auftr. der Firmen Krupp u. Siemens herausg. v. Reg.-Baum. a. D. W. Bolz. Mit 24 Abb., VII u. 102 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geh. 3,60 RM.

Das Buch gibt in anregender Form die Erfahrungen wieder, die die Firmen Krupp und Siemens bei der Erbauung von Nebenerwerbssiedlungen für ihre Arbeiter gewonnen haben. In der Einleitung wird u. a. begründet, daß die industrielle Stadtrandsiedlung für Kurz- und Vollarbeiter sinnvoller ist als die für Erwerbslose. Bei beiden Unternehmen ist der Siedlungsaufbau weitgehend durch eigene Arbeit der Siedler durchgeführt, und zwar mit durchweg guten Ergebnissen. Eingehend wird die Auswahl der Siedlerfamilien behandelt; der zweckmäßige Gang der Arbeit, die Baustoffe, Lage- und Grundrißfragen werden erörtert, und besonderes Interesse verdient das, was über die Finanzierung derartiger Bauvorhaben durch Privatkapital gesagt wird. Das Buch bietet viel praktische Winke und ist allen Firmen zu empfehlen, die sich mit der Frage der Arbeitersiedlung befassen möchten. Auch die kleineren Betriebe werden sich überzeugen können, daß die Siedlung durchaus nicht ein Vorrecht der Großfirmen ist. H. Dieterlein.

Theorie und Praxis der Tafeln und des Tafelrechnens. Von Oberstudiendirektor Dr. Ph. Lötzbeyer. Mit 21 Abb., VII u. 61 S. in 8°. Verlag L. Ehlermann, Dresden 1934. Preis geb. 3,20 RM.

Während Theorie und Praxis des Rechenschiebers und der Rechenmaschine viel behandelt sind, hat man sich über Wesen und praktische Verwendbarkeit von Tafelwerken nicht oft Gedanken gemacht. Hier will das Büchlein eingreifen. Es gibt zunächst Aufschluß über Anlage und Entstehung der Tafeln. Von besonderem Interesse für den Techniker sind dann die folgenden Abschnitte über die Fehlerabschätzung bei der Interpolation und über die Genauigkeit und Leistungsfähigkeit von Tafeln. Gerade hier kann bei der praktischen Benutzung von Tafeln wie auch sonst im technischen Rechnen leicht gesündigt werden, indem man ein Ergebnis für genauer hält, als es nach Anlage der Tafel und Art der Rechnung sein kann. Mit Recht sind im Vorwort die Worte zitiert: „Wir erhalten ein Resultat, haben aber keine Ahnung, wie weit dieses durch die Tafeln belastet ist." In der Tat ist es oft so. Für viele Fälle zeigt der Verfasser an Beispielen überzeugend, wie wenig Stellen oft nur als gesichert gelten können, trotzdem zunächst mit wesentlich höherer Stellenzahl gearbeitet ist, oder Tafeln mit erheblich höherer Stellenzahl benutzt werden. Wer viel mit Zahlenrechnungen zu tun hat und dabei Tafeln verwenden muß, wird deren Möglichkeiten nach einem Studium des Büchleins besser und sicherer ausnutzen können.

Franz Moeller.

Das neue Radio-Bastelbuch und Rundfunk-Praktikum. Von O. Kappelmayer u. J. Schneider. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 6.) 14., gänzlich neu bearb. u. erw. Aufl. Mit 203 Abb. u. 273 S. in 8°. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1934. Preis geh. 4 RM, geb. 5,50 RM.

Nach einleitenden Worten über den Funkwellenozean, die mit etwas Relativitätstheorie verbrämt sind, folgt eine sehr eingehende Untersuchung über die Feldstärke eines Rundfunksenders an der fernen Empfangsstelle, die sich auf Beobachtungen von etwa 40 Sendern während zweier Jahre stützt. Es wird eine Formel angegeben, die erlaubt, für jeden Ort und für jeden Tag die zu erwartende Feldstärke eines beliebigen Senders vorauszuberechnen, wenn man die nötigen Erfahrungszahlen alle kennt. Nach einem sehr wichtigen Hinweis auf die Bedeutung einer guten Antenne (Schirmung!) und Erdleitung folgt eine große Anzahl Stromläufe für den Selbstbau von Geräten aller Art, wie Rundfunkempfänger, Kurzwellensender und -empfänger, für Selbstaufnahme von Schallplatten und für Trenngeräte. An die Besprechung der für den Bau von Lautsprechern wichtigen Grundsätze reiht sich das bekannte Röhrenlexikon von Telefunken und ein Abschnitt über Akkumulatoren, grundsätzliche Hinweise auf die heute so wichtige Entstörung elektrischer Maschinen und Geräte und eine Anzahl praktischer Winke: Wie messe ich richtig, Selbstbau von Spulen aller Art, Aufsuchen von Fehlern, Werkstattwinke und neue Baustoffe, Einzelteile und Schaltungen.

Die Verfasser betrachten sich bei vorliegendem Buch als Bastler und Praktiker und betonen im Vorwort, daß sie nur eine Auswahl aus dem reichen Gebiet bringen konnten. Vielleicht wäre es aber möglich, auf die selbsttätige Schwundregelung und auf die Normen und Vorschriften des VDE ausführlicher einzugehen, was besonders beim Selbstbau von Netzanschlußgeräten nötig sein dürfte. Einzelne Abbildungen sollten genauer erklärt werden, manche Fremdwörter sind entbehrlich. Die Sprache ist gelegentlich sehr amateurmäßig. Was ist z. B. eine aperiodische Kopplung? MF heißt beim Fachmann Megafarad, gemeint ist aber μF = Mikrofarad. Dauernd wird Arbeit mit Leistung verwechselt, ebenso Watt und Wattstunde. Mit diesen und weiteren Einschränkungen möge das Wort der Verfasser gelten: „Wenn das neue . . Buch . . hinauszieht . ., dann begleitet es das stolze Bewußtsein seiner Verfasser, daß kein Leser in seinen Erwartungen enttäuscht sein wird, und daß jeder, der es durcharbeitet, Gewinn daraus schöpfen wird." K. Mühlbrett.

Elektroenergetik der UdSSR. Bd. 1: Eine kollektive Untersuchung unter der Leitung von Prof. B. Weitz. Mit einer Einleitung von G. M. Krżižanowski. Herausg. v. d. Energetischen Institut der Akademie der Wissenschaften der UdSSR. Mit XLIV u. 744 S. in 8°. Verlag der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Leningrad 1934. Preis geh. 17,50 Rbl., geb. 20,— Rbl.

Das vorliegende, unter Mitarbeit von 64 führenden Fachleuten der UdSSR entstandene Werk enthält eine eingehende Untersuchung der bisherigen Entwicklung der sowjetrussischen Energiewirtschaft sowie einen Überblick über die wichtigsten technischen Möglichkeiten für den weiteren Ausbau der Stromerzeugung und -versorgung der UdSSR. Es ist in drei Teile gegliedert; der erste Teil behandelt vorwiegend die Bau- und Betriebsfragen der Einzelkraftwerke, der zweite den Ausbau der Versorgungsysteme und der dritte die neuesten erst in Entwicklung begriffenen Hilfsmittel der heutigen Elektrotechnik (Anwendung von hochgespanntem Gleichstrom, Gasturbinen, binäre Kraftanlagen, Windkraftwerke usw.). Für den deutschen Fachmann besonders interessant sind die Kapitel III ... VII, in denen die Betriebserfahrungen der russischen Kraftwerke auf dem Gebiete der Brennstoffbewirtschaftung, der Selbstkostengestaltung und der Netzsicherung gegen Schäden und Betriebsunterbrechungen einer eingehenden und offenen Analyse unterzogen werden. Beachtenswert sind auch die im zweiten Teil enthaltenen Ausführungen über die Organisationsricht-

Digitized by Google

linien der sowjetrussischen Großraum-Kraftwirtschaft im Zusammenhang mit der kombinierten Strom- und Wärmelieferung der öffentlichen Heizkraftwerke sowie die Übersicht über die wichtigsten im rusisschen Kraftwerkbau gebräuchlichen Konstruktionen, Ausrüstungen usw. Im ganzen vermittelt das überaus aufschlußreiche Buch einen wertvollen Einblick in die russische Kraftwirtschaft; leider wird sein Studium durch die reproduktionstechnisch verfehlte Wiedergabe vieler wichtiger Zeichnungen empfindlich beeinträchtigt. K. Pohl, Berlin.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hans Kother, Über die Möglichkeiten selbsttätiger Wirkungsgrad-, Leistungs- und Arbeitsmessungen mit besonderer Berücksichtigung ortsfester und fahrbarer Maschinen des Eisenbahnbetriebes. T. H. Aachen 1933. (Sonderdr. aus Elektr. Bahnen, Mai/Juni 1934.)

Johannes Lenz, Untersuchungen über die künstliche Zündung von Lichtbögen unter besonderer Berücksichtigung der Lichtbogen-Stromrichter nach Erwin Marx. T. H. Braunschweig 1933.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften*).

Aus den Geschäftsberichten 1933 bzw. 1933/34.

Zu I. Elektro-Lux AG.

Anmerkung:

[1]) Davon noch nicht eingezahlt 1 250 000 RM.

Gegenüber dem Vorjahre sind Umsatz und Produktion erheblich gestiegen, und die Belegschaft konnte vermehrt werden. Im laufenden Jahr (bis April) waren die Umsätze wiederum größer als die der entsprechenden Monate des Vorjahres.

Zu II. Busch-Jaeger Lüdenscheider Metallwerke AG.

Die Umsätze sind gegenüber dem Vorjahr wertmäßig um mehr als 20 % gestiegen. Diese Erhöhung entfällt im wesentlichen auf das Inland, jedoch konnte auch der Auslandsumsatz, der rd. 40 % des Gesamtabsatzes beträgt, gesteigert werden. Über den ausgewiesenen Gewinn hinaus ermöglichte das Jahresergebnis, angemessene Rücklagen zu machen. In dem abgelaufenen Teil des gegenwärtigen Geschäftsjahres (bis Oktober) hat sich gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres das Inlandsgeschäft weiter belebt.

Zu III. Hartmann & Braun AG.

Die Gesellschaft veröffentlicht diesmal ihren Geschäftsbericht ein halbes Jahr später als im vergangenen Jahre und ist dadurch in der Lage, einen hinreichend großen Teil des laufenden Jahres zu überblicken. Sie kann nicht nur die Beendigung der Verlustwirtschaft, sondern auch einen unverkennbaren Wiederanstieg des Unternehmens feststellen. Die von der Regierung zur Neubelebung der deutschen Wirtschaft ergriffenen Maßnahmen konnten sich naturgemäß auf das auf starke Veredelungsarbeit eingestellte Werk erst gegen Ende des Jahres 1933 in Form von erhöhten Bestellungen auswirken, deren Erledigung aber bilanzmäßig dem Berichtsjahr nicht mehr zugute kam. Im Gegenteil drückte noch die Abwicklung der unter einem äußerst scharfen Preiskampf hereingenommenen Aufträge auf das Jahresergebnis. Der Aufstieg des Unternehmens drückt sich u. a. in der Zunahme der Belegschaftsziffer aus, die im Laufe von 10 Monaten von 839 auf 1264 Köpfe stieg. In der Fabrikation hat sich die Gesellschaft dem Zuge der Zeit folgend stärker auf Fabrikate eingestellt, die sich in größeren Serien herstellen lassen. Für das laufende Jahr, dessen größerer Abschnitt sich überblicken läßt (bis Oktober), wird festgestellt, daß die Nachfrage nach den Spezialartikeln der Gesellschaft (Meßinstrumente) auf dem Inlandsmarkt im Ansteigen ist. Die Ausfuhr wird durch die bekannten Hemmnisse beeinträchtigt. Es gelang dem Unternehmen jedoch, das Auslandsgeschäft mengenmäßig ungefähr auf der bisherigen Höhe zu halten. Sie konnte an Devisen ein Vielfaches dessen hereinbringen, was ihre Erzeugnisse durch die Verwendung von Auslandsmaterialien in Anspruch nehmen.

*) Vgl. ETZ 1934, S. 1115.

Werte in 1000 RM.

Die **fettgedruckten** Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1933 bzw. 1933/34, die *schräggedruckten* auf das Jahr 1932 bzw. 1932/33.

Name der Gesellschaft	I. Elektrolux AG., Berlin-Tempelhof (Vorjahr: ETZ 1934, S. 179)	II. Busch-Jaeger Lüdenscheider Metallwerke AG., Lüdenscheid (Vorjahr: ETZ 1934, S. 408)	III. Hartmann & Braun AG., Frankfurt a. M. (Vorjahr: ETZ 1933, S. 1251)	IV. Land- und Seekabelwerke AG., Köln-Nippes (Vorjahr: ETZ 1934, S. 107)
Geschäftsjahr	Jan./Dez.	Mai/April	Jan./Dez.	Jan./Dez.
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**96** / *139*	**3 805** / *3 933*	**1 614** / *1 604*	**3 151** / *3 448*
II. Beteiligungen	— / —	— / —	*14*	*37,5*
III. Umlaufvermögen			*57*	*23*
1. Vorräte	**779** / *632*	**1 576** / *1 757*	**1 991** / *2 303*	**1 298** / *1 050*
2. Effekten	**71** / *221*	**35** / *30*	**184** / *157*	**38** / *10*
3. Forderungen a) an abhängige u. Konzerngesellschaften	**3 207** / *2 365*	— / —	**87** / *35*	**239** / *1 104*
b) an sonstige Schuldner	**9** / *21*	**2 578** / *2 058*	**705** / *726*	**1 192** / *819*
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	**219** / *811*	**250** / *268*	**306** / *568*	**948** / *650*
Summe III	**4 345** / *4 050*	**4 439** / *4 113*	**3 273** / *3 779*	**3 718** / *3 633*
1933 bzw. 33/34 Änderung gegen Vorjahr in %	+8	+8	—13,5	+2
B. Passiva				
I. Grundkapital	**4 000**[1]) / *4 000*[1])	**2 500** / *2 500*	**1 936** / *1 936*	**5 000**[2]) / *5 000*[2])
II. Reservefonds	**25** / *23*	**288** / *269*	**270** / *270*	**554** / *554*
III. Unterstützungsfonds	— / —	— / —	**335** / *371*	— / —
IV. Rückstellungen	**27** / *35*	**555** / *546*	**34** / *35*	**244** / *13*
V. Wertberichtigungen	**92** / —	**703** / *226*	— / —	**242** / *31*
VI. Verbindlichkeiten				
1. aus Hypotheken, Schuldverschreibungen, langfristige Darlehen	— / —	**2 488** / *2 621*	**1710** / *1806*	— / —
2. gegenüber abhängigen u. Konzerngesellschaften	**1 160** / *1 092*	— / —	— / —	**814** / *610*
3. sonstige	**167** / *163*	**1 841** / *1 953*	**1 544** / *1 553*	**515** / *1 808*
Summe VI	**1 327** / *1 255*	**4 129** / *4 574*	**3 254** / *3 359*	**1 329** / *2 418*
1933 bzw. 33/34 Änderung gegen Vorjahr in %	+5,5	—10	—3	—45
Bilanzschlußzahl	**5 698** / *5 447*	**8 259** / *8 122*	**5 828** / *5 972*	**7 670** / *8 017*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	**78** / *61*	**103** / *116*	**184** / *140*	**40** / *62*
II. Soziale Abgaben	**44** / *35*	**154** / *136*	**141** / *151*	**83** / *73*
III. Abschreibungen	**219** / *193*	**1 006** / *659*	**307** / *222*	**353** / *338*
IV. Jahresreingewinn	**95** / *34*	**78** / *7,6*	— / —	**447** / —
V. Dividende	— / —	— / —	— / —	*6%*
VI. Jahresreinverlust	— / —	— / —	**409** / *179*	— / *87*

Zu IV. Land- und Seekabelwerke AG.

Anmerkung:

[2]) Davon nicht eingezahlt 750 000 RM.

Im Jahre 1933 wurde eine Umsatzsteigerung von 23 % erzielt. Trotz größter Anstrengungen war es nicht möglich, im Auslandsgeschäft den Vorjahresumsatz zu erreichen. Die ersten Monate des neuen Geschäftsjahres (bis Mai) zeigen eine fortlaufende Aufwärtsbewegung. *wt.*

Abschluß des Heftes: 11. Januar 1935.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Harald Müller in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 24. Januar 1935 | Heft 4

Die Saar ist heimgekehrt!

An den Elektrotechnischen Verein an der Saar.

In stolzer Freude begrüßen wir unsere tapferen Brüder an der Saar und danken ihnen für die 15 Jahre der Heimat bewahrte Treue. Wir gedenken ihrer Heimkehr ins Vaterland mit heißem Herzen. Heil dem neu vereinten Deutschland! Heil unserem Führer!

Berlin, 15. I. 1935. Verband Deutscher Elektrotechniker.

An den Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Elektrotechnische Verein Saar dankt für Willkommenstelegramm. Wir kehren stolz und freudig zum Vaterland zurück und geloben, am Aufbau eifrig mitzuarbeiten.

Saarbrücken, 16. I. 1935. Elektrotechnischer Verein an der Saar.

Elektrizitätswirtschaft und Saarrückgliederung.

Von **Fr. Hergt**, Ludwigshafen a. Rh.

Am 13. I. 1935 hat das Saarland in machtvollem Ausdruck seinen Willen kundgegeben, sein ferneres Geschick mit demjenigen seines Mutterlandes zu vereinigen. Alle politischen und wirtschaftlichen Betörungsversuche artfremder Interessengruppen haben es nicht vermocht, das Vertrauen zu erschüttern, das das Saarvolk der zukünftigen Entwicklung seines Mutterlandes entgegenbringt. Wie das Saarvolk in seiner schweren Schicksalstunde dem Reich die Treue gehalten hat, wird auch das Reich in der Zukunft dem Saarvolk die Treue halten.

Große, ja gewaltige Aufgaben sind nunmehr zu lösen, um der heimkehrenden Saarbevölkerung ihren Platz in der einigen deutschen Familie zu sichern. Die Erfolge des neuen Reichs berechtigen auch hierin zu der bestimmten Erwartung, daß diese Aufgaben in einem solchen Sinne gelöst werden, der dem deutschen Gemeinschaftsgeist Ehre machen wird.

Eine dieser wichtigen Fragen, die heute ihrer Lösung noch harren, stellt für das Saargebiet die Eingliederung der saarländischen Elektrizitätswirtschaft in die allgemeine deutsche Elektrizitätswirtschaft dar. Dem Saargebiet kommt durch sein Kohlenvorkommen eine besondere Stellung in der deutschen Elektrizitätswirtschaft zu, nachdem die Umwandlung der in der Kohle enthaltenen chemischen Energie in die Energie der Elektrizität eines der wichtigsten Probleme der modernen Technik und Wirtschaft überhaupt geworden ist. Sein reiches Kohlenvorkommen machen dadurch das Saargebiet zu einem Energiezentrum besonderer Bedeutung, dessen Eingliederung in die deutsche Volkswirtschaft nächstes Ziel sein muß. Die Lösung dieser Fragen wird besondere Notwendigkeiten mit sich bringen, zu deren Ausgestaltung die Mitarbeit weitester Kreise des Mutterlandes erforderlich ist.

Bei der Betrachtung dieser Fragen ist zu berücksichtigen, daß das Problem der Elektrizitätserzeugung und -verwertung in enger Berührung steht mit der Frage der Kohlenförderung bzw. des Kohlenabsatzes, nachdem Kohle und Elektrizität Energieformen darstellen, die beide sehr häufig zum gleichen Zweck ausgenutzt werden. Eine zielvolle Gestaltung der anzustrebenden und kommenden Ordnung der Unterbringung der beiden Energiearten wird also auf die gegenseitigen Beziehungen von Kohle und Elektrizität besondere Rücksicht nehmen müssen. Hier tritt sofort ein ernstes Problem auf, dessen Lösung schon seit vielen Jahren Gegenstand heftiger Diskussionen und Erörterungen war, und das nur durch die unerträglich

Digitized by Google

verworrenen Verhältnisse in dem vom Mutterland abgetrennten Saargebiet überhaupt nicht gelöst werden konnte. Es rückt das Problem der Verwertung der im Kohlenbergbau anfallenden Abfallkohle stark in den Vordergrund des Interesses, nachdem es praktisch unmöglich ist, diese Abfallkohle zu anderen technischen Zwecken zu verwenden als nur zur Stromerzeugung. Die wirtschaftliche Ausnutzung der Abfallkohle aber ist ein ausschlaggebendes Moment für die wirtschaftliche Preisgestaltung transportfähiger Kohle überhaupt, namentlich wenn sie im Kampf gegen andere Kohle des In- und Auslandes auf weiter abgelegenen Märkten zum Absatz kommen soll. Da aber besonders Kohle für Deutschland einer der wenigen wertvollen Bodenschätze überhaupt ist, über die Deutschland verfügt und mit dessen Hilfe es sich die für die allgemeine Wirtschaft erforderlichen Devisen beschaffen kann, muß jede Möglichkeit ausgenutzt werden, um die Erzeugung hochwertiger Kohle auf wirtschaftlichste Weise durch restlose Ausnutzung der bei der Aufbereitung anfallenden Abfallprodukte zu ermöglichen. Eine der wichtigsten Voraussetzungen dazu ist jedoch, daß es möglich ist, die aus der Abfallkohle erzeugte elektrische Arbeit, deren Abtransport auf sehr weite Entfernungen mit den neuzeitlichen Hilfsmitteln jederzeit geschehen kann, auch tatsächlich wirtschaftlichen Zwecken nutzbar zu machen und unterzubringen.

Es liegt auf der Hand, daß die Frage der Unterbringung der Energiemengen, die durch die Verwertung der Abfallkohle im rückgegliederten Saargebiet zur Verfügung kommen, eine sehr sorgfältige und zielbewußte Prüfung erfordert, da die elektrische Arbeit im Gegensatz zu allen anderen Energiearten praktisch nicht speicherfähig ist, also nur im Augenblicksbedarf verbraucht werden kann. Die Prüfung dieser Frage ist um so schwieriger, nachdem auch heute noch die meisten bestehenden Stromversorgungen der an das Saargebiet angrenzenden Reichsgebiete bereits einen Überschuß an Arbeitsvermögen aufweisen, und zu einer besonderen Aufnahme von Saarabfallkohlenstrom nur unter entsprechender Nichtausnutzung vorhandener Kraftquellen befähigt wären[1]).

Es besteht jedoch nach dem heutigen Stand der Elektrizitätswirtschaft durchaus die Möglichkeit, durch gemeinschaftliche Zusammenarbeit neue und erhebliche Absatzmöglichkeiten für die Unterbringung dieser aus dem Saarkraftzentrum stammenden Energien zu schaffen, durch Erweiterung eines Aufgabenkreises, den die Elektrizität erst in jüngerer Zeit ergriffen hat, nämlich durch Anwendung der Elektrizität zu thermischen Zwecken in Haushalt und Industrie. Daß der Elektrizität allein das Gebiet der Deckung der Kraft gehört, ist heute selbstverständlich. Es muß jedoch erwähnt werden, da sehr entgegen den nationalwirtschaftlichen Interessen auch heute noch erheblich die Neigung besteht, Einzelkraft mit Ölmaschinen zu erzeugen, deren Verbrauch das Reich vom Ausland abhängig macht und Devisenausfuhr bedingt, während durch die Unterbringung von Abfallkohlenstrom nicht nur ein gleicher Devisenbetrag erspart wird, sondern gleichzeitig damit hochwertige Verbraucherkohle für Lieferung ins Ausland frei wird und damit zur Devisenbeschaffung herangezogen werden kann.

Die Frage der bevorstehenden Rückgliederung der Saar wird die Notwendigkeit mit sich bringen, viele Einzelfragen zu behandeln, die im vorstehenden nur angedeutet werden konnten, deren zielbewußte und volkswirtschaftlich richtige Lösung aber aus dem Gemeinschaftssinn heraus gefordert werden muß, wenn sie zu dem Ziel führen soll, das die Einlösung des unserem Saarvolk gegebenen Versprechens darstellen will. Es wird nicht zu vermeiden sein, daß jeder von uns, und hiervon werden nicht nur öffentliche Versorgungsbetriebe, sondern auch die Privatbetriebe und jeder einzelne Haushalt betroffen, ein Opfer bringen muß. Aber dieses kleine Opfer wird ein Bruchteil von dem sein, was uns der Verlust unseres Saarlandes gebracht hätte, und es wird leicht erträglich werden in dem Bewußtsein, daß jeder einzelne damit eine weltgeschichtliche Aufgabe erfüllt.

Die deutsche Elektrizitätswirtschaft kann von sich sagen, daß ihr Streben von jeher auf den Dienst an der Allgemeinheit gerichtet war, auch wenn es vom einzelnen oft nicht sofort erkannt wurde, sie wird sich der kommenden Aufgaben in demselben Bewußtsein unterziehen, daß die Opfer, die heute gebracht werden müssen, keinen Verlust darstellen, sondern eine Maßnahme, die einst ihre schönsten Blüten in dem Wiedererstarken der deutschen Volkswirtschaft finden wird. Das Saarvolk aber darf das Bewußtsein haben, daß es in der Elektrizitätswirtschaft des Mutterlandes einen Verbündeten finden wird, der ihm die Heimkehr zum Reich wohl vorbereitet und seinerseits an seiner Zukunft aufzubauen mithilft. Deutscher Gemeinschaftsinn wird dieses Ziel erreichen allen Gewalten zum Trotz, die sich heute noch dagegen stemmen.

[1]) Vgl. B. Thierbach, Der Anschluß der Elektrizitätswerke des Saarlandes an die Hochvoltstraßen des Reiches. ETZ 1934, S. 585.

Stapellauf des turbo-elektrischen Fahrgastschiffes „Potsdam".

Am 16. I. 1935 ist in Hamburg auf der Werft von Blohm & Voß das 18 000 t große Fahrgastschiff „Potsdam" vom Stapel gelaufen. Das Schiff ist für die Hamburg-Amerika-Linie gebaut, die es in ihren Ostasiendienst einstellen will. Es wird eine erste und eine Touristenklasse führen für insgesamt 282 bis höchstens 326 Fahrgäste. Der Auftrag zum Bau des Dampfers „Potsdam" wurde im November 1933 erteilt; die Kiellegung fand am 3. III. 1934 statt; der Stahlrumpf mit allen Aufbauten wurde also in wenig mehr als 10 Monaten fertiggestellt. Ende Juni d. J. wird das Schiff zur Probefahrt die Werft verlassen und bald darauf seine Jungfernreise nach dem Fernen Osten antreten. Die Dauer der Reise von Genua nach Shanghai soll 23 Tage betragen.

Da der Bau des Schiffes, sein Antrieb und die übrige Ausrüstung für den Elektrotechniker viel Interessantes bieten, seien nachstehend einige technische Angaben mitgeteilt. Wir hoffen indessen, nach der Fertigstellung des Schiffes noch einen ausführlicheren Bericht bringen zu können.

Die Hauptabmessungen des Schiffes sind: Länge über alles 193 m, Breite 22,5 m, Seitenhöhe 13,75 m, Tiefgang 8,8 m. Das Schiff ist als Zweischraubenschiff erbaut mit einer Geschwindigkeit von 21 Knoten. Vier auf der Werft gebaute Bensonkessel mit Blohm & Voß-Ölfeuerung liefern hochüberhitzten Dampf von 80 atü und 470 ° C an zwei SSW-Haupt-Turbo-Drehstromerzeuger mit 3200 U/min. Die erzeugte elektrische Kraft wird übertragen auf zwei Elektromotoren, die ihre Leistung von zusammen 26 000 PS über zwei Wellenleitungen an die beiden vierflügeligen Schiffschrauben abgeben. Die Wellen laufen in Pendelrollenlagern mit 168 U/min. Infolge der hohen Wirtschaftlichkeit der Anlage beträgt der Verbrauch an Heizöl bei Volleistung nur etwa 150 t/Tag. Alle Hilfsmaschinen für den Maschinenbetrieb erhalten elektrischen Antrieb. An Stromerzeugern für den Betrieb der Hilfsmaschinen sind vorhanden: 4 Turbo-Gleichstromerzeuger für den Betrieb während der Fahrt und 2 Dieseldynamos für den Dienst im Hafen.

Zum schnellen Einbringen und Löschen der Ladung sind neben dem üblichen Ladegeschirr mit Ladebäumen und elektrischen Ladewinden sechs elektrisch betriebene Drehwippkrane vorgesehen. Auch die sonstigen Deckhilfsmaschinen, wie Ankerspill, Ruderanlage, Bootswinden, Fallreepwinden usw., erhalten elektrischen Antrieb. Alle Kammern beider Fahrgastklassen und die Wohnräume der Besatzung erhalten neben natürlicher Belüftung eine wirksame künstliche Drucklüftung. Das gesamte Rohrnetz für den Schiffsausbau und die Maschinenanlagen hat eine Länge von etwa 25 km; an elektrischen Kabeln und Schwachstromleitungen kommen insgesamt etwa 165 km, an Lüftungskanälen aus Stahlblech etwa 4 km Länge in Betracht. 5500 elektrische Glühlampen werden das Schiff in allen Räumen erhellen. Für den eigentlichen Stahlschiffsrumpf sind etwa 7000 t Stahl verarbeitet worden. Bei dem Zusammenbau der Stahlteile ist in ausgedehntem Maße die elektrische Lichtbogenschweißung angewandt, und zwar sind allein für den Rumpf etwa 70 km Schweißraupen aufgetragen worden. Die Anzahl der durch diese Schweißlängen ersetzten Nieten beträgt etwa 1 200 000 Stück. Die Ersparnis an Stahl durch die Anwendung der elektrischen Schweißung reicht nahe an 600 t; entsprechend wird — bei gleichzeitig größerer Festigkeit des geschweißten gegenüber dem genieteten Schiffskörper — eine beträchtliche Vergrößerung der Tragfähigkeit des Schiffes erzielt.

Digitized by Google

Zur Messung der Spannungsverteilung an Isolatoroberflächen.

(Mitteilung aus dem Hochspannungslaboratorium der T. H. Hannover.)

Von **Har. Schering** und **W. Raske**, Hannover.

Übersicht. Die bisherigen Verfahren sind umständlich und teilweise nicht zuverlässig. Es wurde ein neuer empfindlicher Nullspannungszeiger entwickelt, dessen Ansprechen auf Spannung durch Aufleuchten einer Kapillare gut zu beobachten ist. Der Glimmanzeiger wird unmittelbar auf den Isolator geklebt, er stört die Spannungsverteilung nicht und benötigt keine Drahtringe um den Prüfling. An Stelle der Hochspannungsteilung wird eine Meßwandlerschaltung angegeben, welche die Nullabgleichung vom Meßplatz aus zu regeln gestattet. Prüflinge für hohe Spannung können in der neuen Anordnung mit 10 kV zuverlässig und in einem Bruchteil der bisher aufgewandten Zeit durchgemessen werden. Mit der Anordnung können beliebig unsymmetrische Felder ausgemessen werden.

Die Messung der Spannungsverteilung an Hochspannungsisolatoren und -geräten ist ein wertvolles Hilfsmittel, die Güte der Konstruktionen zu prüfen und Wege zu ihrer Verbesserung zu finden. Von den Meßverfahren[1]) sind am vorteilhaftesten die Nullverfahren, da sie an der Meßstelle dem Prüfling bei Abgleichung keinen Strom und bei Verstimmung nur den schwachen Strom für den Nullanzeiger entziehen (auch statische Anzeiger nehmen bei Wechselspannung Strom durch wechselnde Ladung auf).

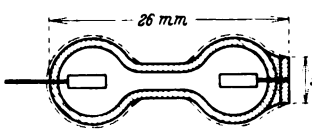
Meßprinzip. Die Meßstelle am Isolator wird über einen Spannungsanzeiger durch einen sehr dünnen Draht mit dem Abgriff eines an der Gesamtspannung liegenden Hochspannungsteilers verbunden und dessen Teilungsverhältnis so geändert, daß der Anzeiger spannungslos wird. Dann ist das Verhältnis der Spannung an der Meßstelle des Isolators zur Gesamtspannung gleich dem entsprechenden Verhältnis am Spannungsteiler. Es ist dies das Prinzip der Vierzweigbrücke. So einfach auch das Prinzip ist, die bisherigen Verfahren sind umständlich und unbequem und zum Teil auch unzuverlässig.

Hochspannungsteilung. Hierzu sind bisher benutzt: als induktiver Teiler ein Transformator mit zahlreichen Anzapfungen auf der Hochspannungseite[2]), als Widerstandsteiler ein wasserdurchflossener Gummischlauch mit eingedrückten Stecknadeln als Anzapfungen[3]), als kapazitiver Teiler ein regelbarer Luftkondensator[4]) oder eine große Zahl in Reihe geschalteter Plattenkondensatoren[5]).

Alle drei Anordnungen haben den technischen Mangel, daß man das Teilungsverhältnis nur in Stufen auf der Hochspannungseite ändern kann. Wenn man nicht sehr feine Stufenunterteilung zur Verfügung hat, kommt man bei konstanter Spannung überhaupt nicht zur Abgleichung, sondern nur zu einem Minimum, das bei manchen Anzeigern als solches nicht zu erkennen ist. Man muß dann mit der Hochspannung hochfahren, bis der Anzeiger gerade anspricht, und das für eine Anzahl Teilungsverhältnisse wiederholen. Die so aufgenommenen Hochspannungen geben, als Funktion der zugehörigen Teilungsverhältnisse aufgetragen, für das Maximum der Spannung das der Meßstelle entsprechende Teilungsverhältnis. Das Verfahren ist sehr zeitraubend.

Anzeiger. Zum Erkennen des Verschwindens der Spannungsdifferenz wurden bisher benutzt: ein Blättchenelektroskop[2]), ein Hochspannungstelephon[6]), eine kleine Funkenstrecke[7]) oder eine kleine Glimmlampe[8]) [9]). Das Beobachten dieser Anzeiger ist mühsam. Um genügend Energie für den Anzeiger zur Verfügung zu haben, muß man hohe Spannungen anwenden und mit Drahtringen, welche um den Isolierkörper an der Meßstelle gelegt werden, die Kapazität der Meßstelle erhöhen. Letzteres ist daher nur bei Rotationssymmetrie des Feldes, d. h. bei Rotationskörpern, wie Durchführungen, Stützern, Kettenisolatoren, anwendbar. Aber auch bei Rotationskörpern kann durch benachbarte Leiter, z. B. bei Isolatorketten durch Mast, Traverse und Leitungsseil, ein unsymmetrisches Feld entstehen, dann sind die Ringe nicht mehr anwendbar. Um unter solchen Verhältnissen messen zu können, wählten Pulides und Müller[10]) als Anzeiger einen Verstärker mit Lautsprecher, über einen Anpassungswandler eingeschaltet; an der Meßstelle genügte dann eine aufgebrachte Stanniolscheibe von 5 mm Dmr., um den empfindlichen Anzeiger zum Ansprechen zu bringen. Es ist jedoch zu befürchten, daß bei der kleinen Eigenkapazität der meisten Hochspannungsprüflinge ohne Drahtringe der lange Draht von der Meßstelle zum Anpassungswandler durch seine Kapazitäten gegen Erde und Hochspannungsleiter die Aufteilung der Gesamtspannung durch die Meßstelle merklich stört.

Forderungen. Um eine zuverlässige Messung der Spannungsverteilung an einem Isolator mit beliebig unsymmetrischem Feld zu ermöglichen, muß der Anzeiger möglichst klein sein, kleine Metallteile haben, auf die Meßstelle aufzubringen sein, bei niedriger Spannungsdifferenz deutlich wahrnehmbar mit geringem Strom ansprechen. Um schnell und bequem messen zu können, muß die Abgleichung durch stetiges Regeln auf der Niederspannungseite vom Meßplatz aus bewirkt werden können.



— — — Graphitüberzug, darüber Zaponlack-Schutzschicht

Abb. 1. Der neue Glimmanzeiger.

Der neue Anzeiger. Die Forderungen an den Anzeiger sind durch ein besonders geformtes Neon-Glimmröhrchen erfüllt, wie es Abb. 1 zeigt. Das Glasröhrchen von etwa 9 mm Dmr. und 24 mm Länge hat an den Enden winzige Drahtelektroden mit elektropositivem Überzug, an die rechte Elektrode ist außen ein Metallscheibchen von 5 mm Dmr. angelötet und am Glas verkittet. Mit diesem Scheibchen wird der Anzeiger auf die Meßstelle am Isolator mit Klebwachs aufgeheftet. Von der anderen Elektrode wird ein langer Draht von 0,3 mm Dmr. zur Quelle der Gegenspannung gezogen. Die etwa 1 mm weite Kapillare in der Mitte des Röhrchens erhöht die Leuchtstärke durch Zusammendrängen der Stromlinien beträchtlich. Während bei den handelsüblichen Zwergglimmlampen mit verhältnismäßig großen Elektroden als Anzeiger mit steigender Wechselspannung ein schwaches fahles Glimmen an einer Stelle eintritt, dessen Einsatz aus einiger Entfernung schwer erkennbar ist, ist das Ansprechen des neuen Anzeigers durch plötzliches Aufleuchten des Glimmstromes in der Kapillare als rötlicher Strich von etwa 1 cm Länge und 1 mm Dicke gut wahrnehmbar; der Beobachtungsraum braucht hierfür nicht völlig verdunkelt zu werden.

Bei einem Satz Röhrchen waren die Elektroden innen Drahtschnecken von etwa 4 mm Dmr. Diese Vergrößerung der Elektrodenfläche bot jedoch keinen Vorteil.

Das Verhalten des Glimmanzeigers. Alle durch Ionisation stromleitenden Gasstrecken haben eine fallende Kennlinie, mit wachsendem Strom sinkt der Spannungsabfall. Ohne (Wirk- oder Blind-)Vorwiderstand würde der Glimmanzeiger beim Zünden Kurzschluß machen und zerstört werden. Bei dem auf die Isolatoroberfläche aufgeklebten Anzeiger wirkt erstere als Vorkondensator, und zwar von sehr kleiner Kapazität. Für die Eignung des Glimmanzeigers zur Messung der Spannungsverteilung ist daher nicht die eigentliche Zündspannung des Anzeigers selbst, sondern die Ansprechwechselspannung des Anzeigers mit sehr kleiner Vorkapazität maßgebend.

Bei kleiner Vorkapazität ist das Röhrchen nur während eines kleinen Bruchteiles jeder Halbperiode stromdurchlässig, wie wir durch stroboskopische Beobachtung feststellen konnten. Die Folge der Stromstöße war im Kopfhörer als Schnarren wie von einem Wecker zu hören.

---

1) Brion u. Vieweg, Starkstrommeßtechnik S. 218, Verlag Julius Springer, Berlin 1933.
2) A. Schwaiger, Arch. Elektrotechn. Bd. 8, S. 191 (1919). S. a. A. Schwaiger, Elektrische Festigkeitslehre, 2. Aufl., S. 192. Verlag Julius Springer, Berlin 1925.
3) H. J. Ryan, Proc. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 35, S. 1187 (1916).
4) M. de la Gorce, Bericht: ETZ 1922, S. 222.
5) Hesterberg, Diplomarbeit T. H. Hannover 1932.
6) Böning, s. Schwaiger, El. Festigkeitslehre, S. 191.
7) Roth, Hochspannungstechnik, S. 9. Verlag Julius Springer, Berlin 1927.
8) Reeves. Electr. Wld., N. Y., Bd 90, S. 357 (1927).
9) Steels-Marysael, Rev. gén. Électr. Bd. 30, S. 981 (1931).
10) Pulides u. Müller, ETZ 1928, S. 1648.

Digitized by Google

Die optische Beobachtung des Anzeigers ist aber bei Hochspannung der akustischen vorzuziehen. Der neue Anzeiger entnimmt also beim Ansprechen dem Prüfling nur während eines kleinen Bruchteiles jeder Halbperiode einen Stromstoß, ist aber in der übrigen Zeit stromundurchlässig; die Störung der Spannungsverteilung ist also verschwindend gering.

Bei dieser Stromart kann man von einem Spannungsabfall im Vorkondensator nicht mehr sprechen. Um den Einfluß des Betrages der Vorkapazität auf das Ansprechen kennenzulernen, wurde der Anzeiger mit vorgeschalteten Rundfunk-Röhrchenkondensatoren verschiedener Kapazität C_v an eine langsam steigende Wechselspannung von 50 Hz gelegt (Zahlentafel 1); ihr Effektivwert beim Einsetzen des Glimmens werde als Ansprechspannung U_a bezeichnet. Mit einem Vorwiderstande von 1 MΩ an Stelle des Vorkondensators setzte das Glimmen bei einem Effektivwert der Wechselspannung von 180 V ein.

Zahlentafel 1.

C_v 10^{-12} Farad	U_a Volt	C_v 10^{-12} Farad	U_a Volt
1080	190	27	208
145	200	14	225
52	202	8	280

Infolge der niedrigen Ansprechspannung des neuen Anzeigers kann man die Messung der Spannungsverteilung an Prüflingen für sehr hohe Betriebspannungen mit einer Gesamtspannung von 10 kV mit großer Zuverlässigkeit ausführen.

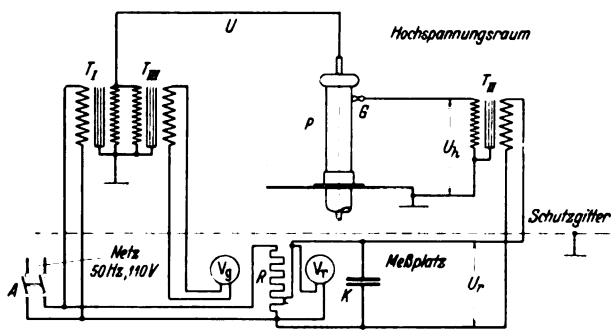


Abb. 2. Meßwandlerschaltung zur Messung der Spannungsverteilung

Die Schaltung. Wir verlassen die unbequeme und beim Anzapftransformator sehr kostspielige Teilung auf der Hochspannungseite und erzeugen eine niederspannungseitig stetig regelbare und meßbare Hilfshochspannung U_h gegen Erde, welche über den Glimmanzeiger der Spannung U_x der Meßstelle am Prüfling nach Erde gegengeschaltet und ihr gleich gemacht wird[11]). Die Schaltung zeigt Abb. 2.

An das Netz wird über den Schalter A der Haupttransformator T_I ohne Vorwiderstände angeschlossen, seine Oberspannungseite, einpolig geerdet, speist den Prüfling P mit der Gesamtspannung $U = 10$ kV, welche nicht geändert wird. An den Netzschalter A wird weiter als Widerstandteiler ein Schiebewiderstand R angelegt; zwischen dem Schieber desselben und der Endklemme, welche der geerdeten Klemme von T_I entspricht, wird die Teilspannung U_r abgegriffen, die mit dem Schieber veränderbar und mit dem Spannungsmesser V_r meßbar ist. U_r speist die Unterspannungseite des Hilfstransformators T_{II}, eines Spannungswandlers für 10 kV (Übersetzungsverhältnis $\ddot{u}_{II} = 10\,000/100$ V); seine Oberspannungseite liefert die Hilfspannung $U_h = U_r \ddot{u}_{II}$, ihre eine Klemme ist entsprechend T_I geerdet, die andere Klemme ist durch einen langen dünnen Draht (etwa 0,3 mm Dmr.) mit dem Glimmanzeiger G verbunden, der mit etwas Klebwachs[12]) auf die Meßstelle des Prüflings geklebt ist.

Mit dem Schieber des Widerstandes regeln wir stetig vom Meßplatz aus die Hilfshochspannung U_h, bis das Leuchten des Anzeigers verschwindet; damit das eintreten kann, muß U_h mit der Spannung an der Meßstelle U_x nicht nur im Betrage, sondern auch in der Phase übereinstimmen. Das ist in der Regel der Fall, wenn die Schaltung winkelfehlerfrei gemacht ist; hierzu dient der Papierkondensator K parallel zu den Primärklemmen von T_{II}. Es ist zweckmäßig, für die unteren Meßstellen am Prüfling als T_{II} einen anderen Spannungswandler mit $\ddot{u}_{II} = 3000/100$ V zu benutzen. Die Gesamtspannung U am Prüfling wird mit dem Spannungswandler T_{III} für 10 kV und dem Spannungsmesser V_g ermittelt; ist die Ablesung an diesem U_g, so ist $U = U_g \ddot{u}_{III}$, worin $\ddot{u}_{III}$ das Übersetzungsverhältnis des Wandlers ist.

Unser Netz lieferte 110 V Wechselspannung; als Haupttransformator benutzten wir unter anderem einen Spannungswandler 10 000/100 V, Kl. E 30 VP, da er meist durch die Kapazität der Prüflinge und der Hochspannungsleitung mit weniger als 10 VA belastet wird. Der Widerstandsteiler war ein Schiebewiderstand von $R = 53\,\Omega$, etwa 50 cm lang, dessen Schieber mit Zahntrieb und Zahnstange verstellt wurde. Der Dreheisen-Spannungsmesser V_r mit dünnem Zeiger und spiegelunterlegter Skala war auf die Meßbereiche 150 und 75 V umschaltbar.

Welche Änderungen bei der üblichen Netzspannung von 220 V zweckmäßig vorgenommen werden, wird weiter unten besprochen.

Die Messung. Der Glimmanzeiger G wird auf die Meßstelle am Isolator geklebt, deren Überschlagweg S_x zur Erde in Prozent des gesamten Überschlagweges S bestimmt ist. Nach dem Einlegen des Schalters A wird im allgemeinen der Glimmanzeiger G hell kirschrot leuchten, da die Hilfspannung U_h sehr verschieden von der Spannung U_x der Meßstelle am Isolator ist. Wir regeln am Schieber des Widerstandsteilers, das Leuchten von G wird allmählich blasser, ist aber noch deutlich sichtbar; plötzlich verschwindet das Leuchten, die Abgleichung ist erreicht. Die scharfe Ansprechspannung des Glimmanzeigers mit kleiner Vorkapazität gestattet nun eine wesentlich feinere Ablesung. Wir regeln nach oben, bis der Anzeiger gerade anspricht, und lesen die Spannungen U_{r_o} und U_{g_o} gleichzeitig ab; dann ist das gesuchte Verhältnis der Teilspannung an der Meßstelle U_x zur Gesamtspannung U in Prozent

$$\frac{U_x}{U} \cdot 100 = \frac{1}{2}\left[\frac{U_{r_o}}{U_{g_o}} + \frac{U_{r_u}}{U_{g_u}}\right]\frac{\ddot{u}_{II}}{\ddot{u}_{III}} \cdot 100\,\%.$$

Spannungsschwankungen. Bei Spannungsschwankungen des Netzes ändern sich alle Spannungen im gleichen Verhältnis. Beim Ansprechen ist die Spannungsdifferenz zwischen U_h und U_x gleich der Ansprechspannung $U_a \approx 200$ V; eine Änderung dieser Spannungsdifferenz um einige Prozent durch Spannungschwankung beträgt nur wenige Volt, die für die Ermittlung der Hochspannung U_h, bei der der Anzeiger eben anspricht, völlig belanglos sind. Lesen wir nur jeweils U_x und U_g gleichzeitig ab, so bekommen wir die richtigen Verhältnisse; es ist dabei unerheblich, ob die Netzspannung in der Zeit zwischen dem Abgleichen auf Ansprechen und dem Ablesen der Spannungsmesser sich etwas ändert. Gelegentlich recht unruhiger Netzspannung angestellte Messungen bestätigten, daß die Art der Ablesung und Berechnung von Schwankungen freie Ergebnisse liefert.

Die Auswertung. Man pflegt die gemessenen relativen Spannungen der Meßstellen $U_x/U \cdot 100\,\%$ als Funktion der zugehörigen relativen Überschlagswege $S_x/S \cdot 100\,\%$ aufzutragen und die durch die Meßpunkte gezogene Kurve mit der Geraden durch 0 und 100 %, welche die ideal gleichmäßige Spannungsverteilung darstellt, zu vergleichen (Abb. 4). Die Stellen der Kurve, welche eine höhere Steigung haben als die Idealgerade, geben die Stellen des Prüflings mit ungünstig hoher Beanspruchung der Luft an seiner Oberfläche an, dort wird bei entsprechend hoher Gesamtspannung am Prüfling zuerst Glimmbüschel- oder Streifenentladung auftreten, und dort muß die Verbesserung einsetzen.

Die Dunkelbreite. Der Glimmanzeiger hat im Gegensatz zu anderen Nullinstrumenten, wie Telephon und Vibrationsgalvanometer, eine Unstetigkeitsstelle, die Ansprechspannung U_a; unterhalb derselben bleibt er dunkel. Wir bestimmten deshalb die obere und untere Grenze von U_h bzw. U_r, wo er gerade anspricht. Mißt man in einer Nullschaltung mit einem stetigen Nullinstrument unzureichender Empfindlichkeit, so bestimmt man ebenfalls die obere und untere Grenze der verstellbaren Größe, wo eine Verstimmung oben erkennbar ist, und setzt erfahrungsgemäß den wahrscheinlichen Fehler zu $^1/_5$ der Differenz der Grenzwerte an, welche man als Minimumbreite bezeichnet. Entsprechend wollen wir den Bereich von U_h, in dem der Anzeiger dunkel bleibt, als Dunkelbreite bezeichnen.

11) Wie wir nach Abschluß unserer Arbeit bemerkten, hat Fontvieille (ETZ 1922, S. 222) auch bereits bei seinen Messungen der Spannungsverteilung einen Hilfstransformator benutzt, mit dem er zur Nullabgleichung eine Gegenspannung erzeugte.

12) Zu beziehen von der Firma C. Desaga G. m. b. H., Heidelberg.

Digitized by Google

Nehmen wir an, die Gesamtspannung U sei stet und U_h sei mit U_x in Phase. Dann ist die Dunkelbreite DB

$$DB = (U_{r_o} - U_{r_u})\,\ddot{u}_{II} = 2\,U_a.$$

Die Ansprechspannung U_a ist aber bei gegebenem Prüfling, d. h. gegebener Vorkapazität, auf wenige Volt, also einen winzigen Bruchteil der Hochspannung $U_h = U_r\,\ddot{u}_{II}$ definiert. Der wahrscheinliche Fehler des durch Mittelung der Grenzwerte gewonnenen Wertes von U_x wäre daher auch nur wenige Volt, wenn man U_r entsprechend fein regeln und messen könnte. Tatsächlich ist der Fehler von U_x allein bedingt durch die Feinheit der Regelung von U_r und den Fehler des Spannungsmessers V_r.

Ansprechspannung und Dunkelbreite wachsen beträchtlich, wenn die Vorkapazität sehr klein wird. Wenn durch ungeschicktes Aufkleben des Glimmanzeigers eine Luftschicht zwischen seinem Metallplättchen und der Isolatoroberfläche bleibt, so wird die Dunkelbreite unbequem groß. Am besten macht man das Aufkleben so, daß man ein kleines Kügelchen Klebwachs zwischen den Fingern drehend erwärmt, es leicht auf die Meßstelle drückt und sofort den Indikator mit dem Metallplättchen ohne Drehen oder Wackeln fest daraufpreßt. Mit einem Metallplättchen von 5 mm Dmr. auf einem großen Hartpapierstützer als Prüfling hatte der Indikator eine Dunkelbreite von etwa 400 V; eine Verkleinerung des Plättchens von 5 auf 4 mm vergrößerte die Dunkelbreite merklich, eine Vergrößerung von 5 auf 7 mm jedoch brachte nichts.

Bei der Messung an Stellen großen Spannungsgefälles blieb nach Abgleichung ein fahles Glimmen in einer der Hohlkugeln der Indikators. Es entsteht, weil die Feldstärke an der dünnen Drahtelektrode die Durchbruchfeldstärke des verdünnten Neongases überschreitet, und läßt sich dadurch beseitigen, daß die beiden Kugeln des Anzeigers außen mit einem leitenden Überzug belegt werden; wir benutzten dazu kolloidales Graphit[13]). Die gleiche Wirkung würde mit Versilbern oder Verkupfern zu erzielen sein. Es ergab sich übrigens aus Versuchen, daß einerseits das fahle Glimmen in einer Kugel die Messung nicht beeinträchtigt und nicht mit dem rötlichen Leuchtstrich der Kapillare verwechselt werden kann und daß anderseits die Überzüge der Kugeln die Spannungsverteilung noch nicht beeinträchtigen. Das Arbeiten mit dem Indikator, dessen Kugeln leitend belegt sind, ist bequemer.

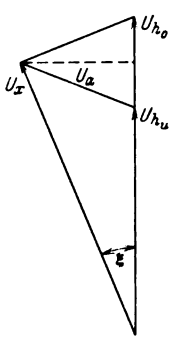


Abb. 3. Vektordiagramm der Spannungen am Meßröhrchen.

Meßgenauigkeit. Selbstverständlich hat es im allgemeinen keinen Zweck. einer hohen Genauigkeit nachzujagen. Aus der zeichnerischen Auswertung der Meßergebnisse folgt zunächst, daß es wertlos ist, die Genauigkeit der elektrischen Messung weiter zu treiben als die der Ausmessung der Überschlagwege S_x und S. Nehmen wir nun an, auf Ordinaten- und Abszissenachse seien 100 mm gleich 100 %, und wir verlangen, daß die Meßpunkte auf 1 mm sicher sind, so heißt das, der Fehler jeder Messung soll kleiner als 1 % bezogen auf die Gesamtspannung bzw. den Gesamtüberschlagweg sein; der Fehler einer Messung an einer unteren Meßstelle darf also, bezogen auf den Meßwert selbst, viel größer sein als an einer oberen Meßstelle. Die obige Forderung ist leicht zu erfüllen. Lediglich die Tatsache, daß der Wechselspannungsmesser eine annähernd quadratische Skala hat, führt dazu, einen Spannungsmesser mit zwei Meßbereichen und für die unteren Meßstellen einen Spannungswandler T_{II} mit kleinerem Übersetzungsverhältnis $\ddot{u}_{II}$ zu verwenden. Da uns ein Wandler 3000/100 nicht zur Verfügung stand, benutzten wir einen Wandler 2000/100 V.

Phasenverschiebung. Wenn nun die Hilfsspannung U_h mit der Spannung an der Meßstelle nicht phasengleich, sondern um den kleinen Winkel ξ verdreht ist, so zeigt die stark übertrieben gezeichnete Abb. 3, daß infolge der Ansprechspannung U_a trotzdem allein durch Regeln des Betrages von U_h das Leuchten des Glimmanzeigers zum Verschwinden gebracht werden kann; die Grenzwerte U_{h_o} und U_{h_u} rücken aber immer mehr zusammen, je größer ξ wird. Die Dunkelbreite $(U_{h_o} - U_{h_u}) = DB$ wird immer kleiner, sie verschwindet für $\sin\xi = U_a/U_x$. Es muß also $\sin\xi$ unter dieser Grenze bleiben, damit eine Messung ohne Phasenregelung möglich ist. Es ist dann, wie aus der Abbildung hervorgeht,

$$\frac{1}{2}\,[U_{h_o} + U_{h_u}] = U_x\cos\xi = U_x - \frac{1}{2}\,U_x\sin^2\xi.$$

Nun kommt es aber auf den Fehler bezogen auf die Gesamtspannung U an; dieser bleibt, wenn wir für $\sin\xi$ den Grenzwert einsetzen, unterhalb der Grenze:

$$f < 100\,\frac{1}{2}\,\frac{U_x}{U}\left(\frac{U_a}{U_x}\right)^2 = \frac{100}{2}\,\frac{U_a}{U}\,\frac{U_a}{U_x}\ \text{in \%}.$$

Für $U = 10\,000$ V; $U_a = 200$ V ist demnach

$$f < \frac{U_a}{U_x}\ \text{in \%}.$$

Auch im ungünstigsten Falle, am untersten Meßpunkt, wird U_x merklich größer als U_a sein, der Fehler f also entsprechend kleiner als 1 %. Wir sehen also: Die Unstetigkeit des Glimmanzeigers, die Ansprechspannung, gestattet trotz hoher Einstellgenauigkeit auch dann eine Abgleichung, wenn keine genaue Phasengleichheit vorhanden ist. Kann das Leuchten des Anzeigers durch Verstellen des Schiebewiderstandes zum Verschwinden gebracht werden, so ist sicher der durch eine etwaige Phasenverschiebung bedingte Fehler der Messung vernachlässigbar klein. Die Dunkelbreite macht das Messen leicht: Wenn in der Schaltung keine störenden Winkelfehler sind, brauchen wir uns bei den normalen Prüflingen, bei denen die Spannung an der Meßstelle nahezu in Phase mit der Gesamtspannung ist, überhaupt nicht um die Phase zu kümmern. Wir haben daher die Winkelfehler der Schaltung zu unterscheiden.

Der Winkelfehler der Spannungsteilung. Der größte Winkelfehler der Schaltung entsteht offenbar dadurch, daß dem Widerstandsteiler R der stark induktiv verschobene Leerlaufstrom des Hilfswandlers T_{II} entnommen wird; um den Fehler klein zu halten, muß der Strom durch R groß sein gegenüber dem abgezapften Strom für T_{II}, es muß R hinreichend klein sein. Ferner können wir noch die Phase künstlich verschieben durch einen Kondensator K parallel zu der Unterspannungseite von T_{II}. Letztere denken wir uns als Spule mit Eisen ersetzt durch eine veränderliche Induktivität L parallel zu einem die Verluste darstellenden Widerstande R_e. Wir bezeichnen ferner mit R_o den Widerstand des Spannungsmessers V_r, mit αR den unteren, die Spannung U_r liefernden Teil des Widerstandsteilers R, der obere Teil des letzteren ist dann $(1-\alpha)\,R$. In komplexer Schreibweise ist der Scheinleitwert $\mathfrak{Y}$, an dem die Spannung U_r liegt:

$$\mathfrak{Y} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_o} + \frac{1}{R_e} + \frac{1}{j\,\omega\,L} + j\,\omega\,C.$$

Die Beziehung zwischen der Netzspannung $\mathfrak{U}_N$ und der Teilspannung $\mathfrak{U}_r$ gibt die Stromgleichung:

$$\frac{\mathfrak{U}_N}{(1-\alpha)\,R + \dfrac{1}{\mathfrak{Y}}} = \mathfrak{U}_r\,\mathfrak{Y}; \qquad \frac{\mathfrak{U}_N}{\mathfrak{U}_r} = 1 + (1-\alpha)\,R\,\mathfrak{Y}.$$

Bezeichnen wir mit η den Winkel von U_r gegen U_N, so ist

$$\operatorname{tg}\eta = \frac{\alpha\,(1-\alpha)}{N}\,R\left(\frac{1}{\omega\,L} - \omega\,K\right);$$

$$N = 1 + \alpha\,(1-\alpha)\left(\frac{R}{R_o} + \frac{R}{R_e}\right).$$

Ist kein Kondensator parallel geschaltet, also $K = 0$, so ist U_r gegen U_N verfrüht (voreilend). Wird K so gewählt, daß $\omega\,K = 1/\omega\,L$ ist, also Stromresonanz eintritt, so wird $\eta = 0$. L ist aber veränderlich.

Die Leerlauf-Induktivität. Um festzustellen, wie groß L ist und wie stark sich L mit U_r ändert, haben wir eine Meßreihe in einer Stromresonanzbrücke mit Vibrationsgalvanometer VG vorgenommen, deren Aufbau aus folgendem Schema ersichtlich ist:

$$\begin{array}{ccc} & [U_r] & \\ [T_{II}\,//\,K_{\text{var.}}] & & [R_{2\text{var.}}] \\ & \longleftarrow\ [VG]\ \longrightarrow & \\ [R_3 = 0{,}1\ \Omega] & & [R_4 = 10\ \Omega] \\ & [\text{Erde}] & \end{array}$$

[13]) Hydro-Kollag 300 A der Firma Riedel-de Haën, Seelze bei Hannover.

Digitized by Google

Die Brückenbedingungen

$$\omega L = \frac{1}{\omega K} \quad \text{und} \quad R_e = R_2 \frac{R_3}{R_4}.$$

wurden durch Ändern von K und R_2 erfüllt.

Für die Unterspannungseite eines Spannungswandlers Kl. E. 30, 10 000/100 V, ergab sich Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2.

U_r V	R_e Ω	K µF	ωL Ω	U_r V	R_e Ω	K µF	ωL Ω
100	2900	10	320	40	2300	11	290
80	2700	9	350	30	2100	13	250
60	2400	9	350	20	1900	17	190

ωL ändert sich zwischen 100 und 40 V verhältnismäßig wenig. Ein Spannungswandler gleicher Klasse, aber anderer Herkunft hatte ähnliche Werte.

Der Einfluß des Winkelfehlers. Wir nehmen an, am Prüfling sei die Spannung U_x der Meßstelle in Phase mit der Gesamtspannung U, und alle Winkelfehler in der Anordnung außer η seien verschwindend klein. Dann ist der Winkel ξ der Hilfspannung U_h gegen U_x gleich η; er erzeugt beim Abgleichen von U_h mit dem Schiebewiderstand an dem Anzeiger eine Querspannung U_q

$$U_q = U_h \operatorname{tg} \xi = U_h \operatorname{tg} \eta.$$

$\operatorname{tg} \eta$ und U_h sind nun von α abhängig. Wir wollen überschlagen, für welche α die Querspannung am größten wird. Hierfür können wir mit Vernachlässigung von wenigen Prozent setzen:

$$U = U_N \ddot{u}_I; \quad U_h = U_r \ddot{u}_{II} \qquad \frac{U_r}{U_N} = \alpha \qquad N = 1;$$

es ist dann

$$U_q = \frac{R}{\omega L} \alpha^2 (1 - \alpha) \frac{\ddot{u}_{II}}{\ddot{u}_I} U.$$

Der Ausdruck $\alpha^2 (1 - \alpha)$ hat den Höchstwert 0,148 für $\alpha = 2/3$. Den Gang zeigt Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3.

α	$\alpha^2(1-\alpha)$	α	$\alpha^2(1-\alpha)$
0,9	0,081	0,5	0,125
0,8	0,128	0,4	0,096
0,7	0,147	0,3	0,063
0,67	0,148	0,2	0,032
0,6	0,144		

In unserer Anordnung mit $U_N = 110$ V ist für $\alpha = 2/3$ die Spannung $U_r = 73$ V; bei dieser ist $\omega L = 350\ \Omega$. Für $U = 10\,000$ V, $R = 53\ \Omega$, $\ddot{u}_I = 10\,000/110$, $\ddot{u}_{II} = 10\,000/100$ ergibt sich bei $\alpha = 2/3$

$$\operatorname{tg} \eta = 0{,}033 \qquad U_p = 240 \text{ V},$$

also größer als die Ansprechspannung $U_a \approx 200$ V. Wir müssen, um abgleichen zu können, den Winkel η durch einen passenden Kondensator K verkleinern, sofern nicht der resultierende Gesamtwinkel ξ durch andere Winkelfehler der Anordnung, die wir zunächst als verschwindend angenommen hatten, merklich kleiner als η gemacht wird.

Andere Winkelfehler. Der Haupttransformator T_I nimmt einen Primärstrom I_I auf, der wegen der Leerlaufinduktivitäten von T_I und des angeschlossenen Meßwandlers T_{III} um einen großen Winkel φ_I induktiv gegen die Netzspannung U_N verschoben ist. Die kapazitive Belastung ist bei der geringen Spannung von 10 kV sehr klein. Schalten wir in die Zuleitung zu T_I einen Zusatzwiderstand R_Z, so erzeugt an ihm die Blindkomponente $I_I \sin \varphi_I$ einen Querspannungsfall senkrecht zur Netzspannung U_N. Die Gesamtspannung U wird dadurch gegen U_N um einen Winkel ϱ verschoben:

$$\operatorname{tg} \varrho = \frac{R_Z I_I \sin \varphi_I}{U_N}, \qquad \sin \varphi_I \approx 1,$$

und zwar ist U gegen U_N verfrüht.

In gleichem Sinne bewirken die Wicklungswiderstände von T_I einen kleinen Winkel ϑ_I von U gegen U_N. Entsprechend entsteht im leerlaufenden Hilfswandler T_{II} durch den primären Wicklungswiderstand ein kleiner Winkel ϑ_{II} von U_h gegen U_r, der resultierende Winkel ξ von U_h gegen U bzw. U_x ist

$$\xi = \eta + \vartheta_{II} - \vartheta_I - \varrho.$$

Man könnte also auch durch einen Zusatzwiderstand R_Z primär vor T_I den Winkel ξ verkleinern, doch ist das nicht bequem; jedenfalls brauchen wir die Zuleitung zu T_I nicht mit großem Querschnitt zu wählen, sofern T_I nicht ein großer Leistungstransformator mit starkem Leerlaufstrom ist.

Winkelreinigung der Schaltung. Wir nehmen einen Prüfling hoher Eigenkapazität, z. B. eine Durchführung mit Potentialsteuerung durch Metalleinlagen nach Nagel, wählen eine Meßstelle $S_x = 75\,\%$ von S; es wird dann $\frac{U_r}{U_N} \approx \frac{75}{110} \approx \frac{2}{3} \approx \alpha$. Wir legen den in groben Stufen regelbaren Kondensator K parallel zu T_{II} und schalten einige Mikrofarad ein. Wir gleichen mit dem Schieber ab, ermitteln die Grenzwerte U_{r_o} und U_{r_u} und stellen auf den Mittelwert ein. Dann ändern wir K und bestimmen die Grenzwerte K_o und K_u, bei denen der Anzeiger gerade anspricht. Bei dem Mittelwert $K_m = \frac{1}{2}(K_o + K_u)$ ist die Schaltung winkelfrei. Spricht der Anzeiger nicht an, wenn wir $K = 0$ machen, so müssen wir den Kondensator K zwischen Schieber und obere Klemme des Widerstandsteilers, also parallel zu $(1 - \alpha) \cdot R$, legen und stufenweise K vergrößern, bis bei K'_u der Anzeiger anspricht; parallel zu $(1 - \alpha)$ R bewirkt K'_u eine Winkelverschiebung um $(1 - \alpha)^2 R \omega K'_u$, also $K_m = \left(K_o - \frac{\alpha}{1 - \alpha} K'_u\right)$.

In unserer Anordnung ergab sich bei $\alpha = 2/3$

$$K_o = 17\ \mu\text{F}; \quad K_u = 1\ \mu\text{F}; \quad K_m = 9\ \mu\text{F},$$

d. h. derselbe Wert, den wir in der Resonanzbrücke als erforderlich zur Kompensation von ωL bei $U_r = 73$ V ermittelt hatten; die anderen Winkelfehler waren eben in unserer Anordnung sehr klein. Die Änderung von ωL mit abnehmender Spannung U_r stört nicht, da in der Formel der Querspannung der Faktor $\alpha^2 (1 - \alpha)$ mit abnehmendem α stark heruntergeht.

Die so ermittelte Kapazität K_m bleibt dauernd parallel zu T_{II} geschaltet, man braucht sich dann um die Phase nicht mehr zu kümmern außer bei Prüflingen, die ausnahmsweise eine starke Phasenverschiebung der Spannung U_x der Meßstelle gegen die Gesamtspannung U haben.

Prüflinge mit Winkelfehlern. Bei der Messung an großen Stützern aus Hartpapier und Porzellan, die auf ein geerdetes Blech von 1 m² gestellt waren, mußten große Kapazitäten K parallel zu T_{II} geschaltet werden, um Abgleichung zu bekommen ($K_m = 50$ bzw. 27 µF). Der Porzellanstützer von 410 mm Höhe wurde im Ofen getrocknet; danach ließ er sich bei $K = 9$ µF ohne Schwierigkeit messen. Der Oberflächenwiderstand des trotz des heißen Juni 1934 feuchten Porzellans (vor dem Trocknen) bewirkte also, daß die Spannung der Meßstelle U_x gegen die Gesamtspannung U um einen beträchtlichen Winkel (5 °) verspätet war.

Die Spannungsverteilung an einem Stützer, der auf einer geerdeten Fläche steht, ist bekanntlich sehr ungleichmäßig, am Kopf ist das Spannungsgefälle sehr groß, am Fuß sehr klein als Folge der Kapazitätsverteilung. Eine Meßstelle etwa an der Mitte des Stützers hat eine sehr kleine Kapazität C' nach dem kleinen Hochspannungskopf, aber eine wesentlich größere Kapazität C'' nach dem ausgedehnten Erdboden. Der Strom durch die Reihenschaltung ist im wesentlichen durch C' bestimmt, der Spannungsabfall an C'' ist viel kleiner als an C'. Der halbe Oberflächenwiderstand des Stützers parallel dem kleinen C' erzeugt einen großen Fehlwinkel δ', die andere Hälfte parallel dem großen C'' erzeugt einen kleinen Winkel δ'', den wir der Einfachheit halber vernachlässigen. Der Strom ist gegen die Gesamtspannung U um $(90° - \delta')$ verfrüht, die Spannung der Meßstelle U_x um 90 ° gegen den Strom, also um δ' gegen U verspätet, in Übereinstimmung mit dem Meßergebnis.

Bei einer Hartpapierdurchführung ohne Metalleinlagen ist umgekehrt das Spannungsgefälle in der Nähe des Flansches sehr hoch und an den Enden sehr niedrig. Bei der Messung einer Stelle $S_x = 8\,\%$ von S, $U_x = 50\,\%$ von U mußte der Kondensator K zum oberen Teil $(1 - \alpha)$ R des Widerstandsteilers gelegt und auf etwa 20 µF eingestellt werden, um abgleichen zu können. Die Meßstelle $S_x = 16\,\%$ von S und die höher gelegenen konnten dann mit $K = 0$ gemessen werden. Auch hier ist Feuchtigkeit der Oberfläche die Ursache des großen Winkelfehlers am Prüfling. Man tut also gut, die Prüflinge mit sehr ungleichmäßiger Spannungsverteilung möglichst trocken zur

Digitized by Google

Messung zu bringen, damit man sich nicht mit Phasenabgleichung aufzuhalten braucht.

Netzspannung 220 V. Es liegt nahe, einen Haupttransformator T_I für primär 220 V, also $\ddot{u}_I = 10\,000/220$ zu verwenden, T_{II} und T_{III} als normale Spannungswandler 10 000/100 zu belassen und dem Schiebewiderstand einen festen Vorwiderstand gleicher Größe zu geben, damit die ganze Länge des ersteren zum feinstufigen Regeln zur Verfügung steht. In der Formel der durch die Leerlaufinduktivität L von T_{II} verursachten Querspannung wird dann aber das Produkt $R \frac{\ddot{u}_{II}}{\ddot{u}_I}$ viermal so groß als bei der 110 V-Schaltung. Zwar kann nun α höchstens gleich 0,45 werden, die größte Querspannung tritt also an einer Meßstelle nahe der Hochspannungselektrode auf, der Ausdruck $\alpha^2 (1 - \alpha)$ ist dann 0,112, also um 25 % kleiner als der frühere Höchstwert 0,148, so daß also die höchste Querspannung dieser 220 V-Schaltung dreimal größer ist als bei der 110 V-Schaltung. Mit dem Parallelkondensator K müßte bei einer Meßstelle nahe der Hochspannungselektrode die Grundabgleichung entsprechend genauer ausgeführt werden; die Änderung der Induktivität würde wesentlich stärker eingehen.

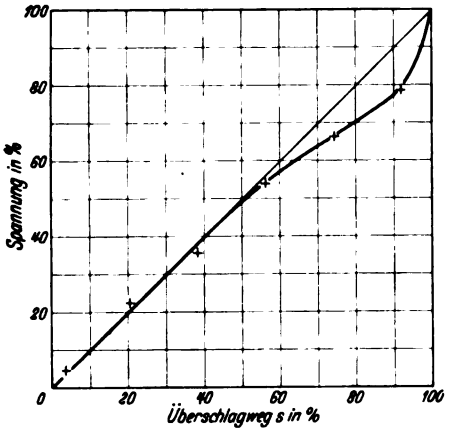


Abb. 4. Spannungsverteilung eines Kaskaden-Spannungswandlers.

Wir möchten deshalb empfehlen, einen Transformator 220/110 V und etwa 0,5 kVA zu verwenden, an dessen Unterspannungseite die oben beschriebene Gesamtanordnung für 110 V angeschlossen wird.

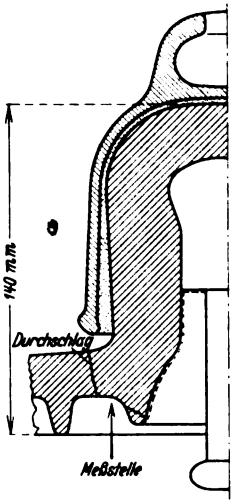
Zuverlässigkeitsmessungen. Ein Hartpapierstützer von 750 mm Überschlaghöhe und 145 mm Dmr. wurde frei auf ein 1 m² großes geerdetes Blech gestellt, die Spannung 10 kV senkrecht von oben zugeführt, der Hilfstransformator T_{II}, 10 000/100, stand 1,5 m entfernt. Es wurde der 75 V-Meßbereich des Spannungsmessers verwendet. Eine Meßstelle $S_x = 70$ % von S wurde durch ein aufgeklebtes Staniolblättchen von 5 mm Dmr. unverrückbar gekennzeichnet, zunächst wurde ein Ring aus 0,5 mm-Draht an der Meßstelle waagerecht um den Stützer gelegt und sämtliche Messungen der Reihe A der Zahlentafel 4 vorgenommen, dann wurde der Drahtring abgenommen und die Messungen der Reihe B ausgeführt. Neben der Messung mit dem Anzeiger unmittelbar auf dem Stützer sind Messungen mit einem Draht von 0,5 mm Dicke verschiedener Länge zwischen Meßstelle und Anzeiger vorgenommen. Dieser Zwischendraht trug ein Metallscheibchen von 5 mm Dmr. Da es sich um Relationsmessungen handelt, sind keinerlei Korrektionen angebracht.

Zahlentafel 4.

Anbringung des Anzeigers	Spannung der Meßstelle in Prozent der Gesamtspannung	
	A) mit Drahtring	B) ohne Drahtring
unmittelbar auf dem Stützer . .	35,8	35,8
mit Zwischendraht einer Länge l = 25 cm	32,9	28,4
l = 50 cm	29,4	22,6
l = 75 cm	26,1	17,7

Die an dem großen Stützer kleiner Eigenkapazität bei aufgeklebtem Glimmanzeiger gemessenen Werte mit und ohne Drahtring stimmen überein, das beweist die Zuverlässigkeit und Störungsfreiheit des ohne Drahtring verwendeten Glimmanzeigers. Hingegen stört ein Zwischendraht zwischen Isolatoroberfläche und Anzeiger die Spannungsverteilung durch seine Erdkapazität erheblich, namentlich ohne Drahtringe.

Die Erdkapazität des Drahtes vom Hilfswandler T_{II} zum Anzeiger geht natürlich nicht ein, da die Hilfsspannung U völlig steif ist. Mit der Dicke dieses Drahtes sind wir von 0,5 mm bei diesen Messungen später auf 0,3 mm heruntergegangen, weil bei sommerlicher Wärme das Klebwachs unter dem Anzeiger das Gewicht des stärkeren Drahtes nicht zu tragen vermochte. Glimmen trat bei 10 kV an dem 0,3 mm dicken Draht noch nicht auf.



——— Kupferbespritzung

Abb. 5. Durchschlagweg in einem innen metallisierten Kappenisolator.

Mit dem kleinen direkt aufgeklebten Anzeiger können somit zuverlässige Messungen der Spannungsverteilung an beliebig gestalteten Isolierkörpern ausgeführt werden. Einige allgemeiner interessierende Beispiele mögen die Brauchbarkeit und den Nutzen des Verfahrens erläutern.

Anwendung des Meßverfahrens.

a) Kaskaden-Spannungswandler. Mit dem aufgeklebten Glimmanzeiger konnte die Gleichmäßigkeit der Spannungsverteilung rings um das Porzellangehäuse eines Kaskaden-Spannungswandlers Form COF 110 für 60 kV gegen Erde der Firma Koch & Sterzel, Dresden, nachgeprüft werden. An 4 Punkten gleicher Höhe, die um je 90 ° am Umfang versetzt waren, ergab sich

43,5 %, 45,6 %, 43,8 %, 42,7 % der Gesamtspannung.

Dann wurde die Spannung am äußeren Umfang der sechs Porzellanschirme des Wandlergehäuses in einer Meridianebene gemessen. Die Spannungswerte sind in Abb. 4 eingetragen. Die Spannungsverteilungskurve nähert sich in der unteren Hälfte des Überschlagsweges recht gut dem idealen Verlauf.

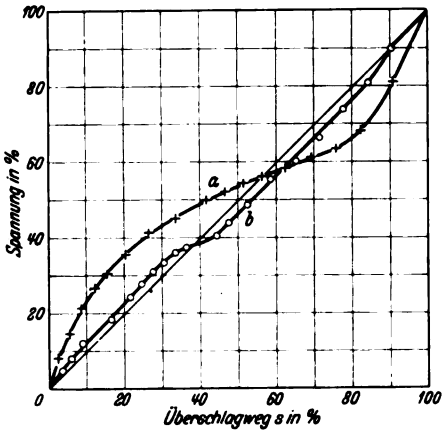


Abb. 6. Spannungsverteilung einer feldgesteuerten Hochspannungs-Porzellandurchführung für Kathodenoszillographen.

b) Kappenisolator. Von einem Elektrizitätswerk wurden uns als Anschauungstücke Kappenisolatoren eingesandt, deren Klöppelloch bis zur inneren Rippe des Tellers nach dem Schoopschen Spritzverfahren metallisiert war, um rundfunkstörendes Glimmen zu unterdrücken. Der eine Isolator (Abb. 5) war durchgeschlagen, und zwar nicht im Kappenkopf, wie es sonst der Fall zu sein pflegt, sondern der Durchschlagskanal durchdrang die innere Porzellanrippe und den Innenrand des Tellers. Mit dem kleinen Glimmanzeiger war es möglich, den Spannungsabfall an der innersten Porzellanrippe zu messen. Er betrug 39 % der Gesamtspannung. Diese hohe

Digitized by Google

Beanspruchung der Rippe wird hervorgebracht durch die zur Rundfunk-Entstörung aufgespritzte Metallisierung.

c) Feldgesteuerte Porzellandurchführung. Zur Einführung sehr hoher Spannungen in das geerdete Metallgehäuse eines Kathodenstrahl-Oszillographen wurde eine Porzellandurchführung mit geringer Eigenkapazität von dem an zweiter Stelle genannten Verfasser entwickelt. Im Innern der Durchführung herrscht sehr hohes Vakuum. Mit Rücksicht auf die von Brasch und Lange[14]) beschriebene Gleitung von Ladungen an der Innenwand von Hochvakuumrohren wurde die Durchführung aus 60 Porzellanringen von je 10 mm Höhe zusammengebrannt. Die Ringe haben nach innen vorspringende Ränder, auf denen leitende Belegungen angebracht werden können. Ohne solche leitenden Belegungen war die axiale Spannungsverteilung bei 50 Hz wie in Kurve *a* der Abb. 6 dargestellt. Durch Regeln der Teilkapazitäten mit leitenden Belegungen verschiedener Ausdehnung und verschiedenen Abstandes, durch Abstufung des Hochspannungsbolzens und Aufbringen einiger Hartpapierringe auf den unteren Teil der Durchführung wurde die axiale Spannungsverteilung *b* in Abb. 6 erzielt, welche der idealen recht nahe kommt. Mit ähnlichen Mitteln hat Torikai[15]) die Spannungsverteilung einer Transformatorendurchführung gesteuert auf Grund theoretischer Untersuchungen. Die von Torikai, Salessky[16]) u. a. durchgeführten Rechnungen sind zeitraubend und ihre Ergebnisse praktisch schwer zu verwirklichen. Die Messung der Spannungsverteilung nach unserem Verfahren macht es leicht, zu sehen, wo zu verbessern ist und was eine vorgenommene Verbesserung gebracht hat.

Die Glimmröhrchen wurden nach unseren Angaben von der Deutschen Glimmlampen-Gesellschaft, Leipzig C 1, in Sätzen von 10 Stück geliefert. Die Zündspannungen der Meßröhrchen eines Satzes stimmten recht gut überein.

[14]) Brasch und Lange, Z. Physik Bd. 70, S. 10 (1931).

[15]) Torikai, J. Instn. elect. Engr. Bd. 59, S. 740 (1921).
[16]) Salessky, Arch. Elektrotechn. Bd. 13, S. 58 (1924).

Die Lissaboner Tagung des CCIR.

Der zwischenstaatliche beratende Ausschuß für den Funkbetrieb (CCIR) trat am 22. IX. 1934 in Monte Estoril (25 km von Lissabon entfernt) zu seiner 3. Tagung zusammen, um sich mit technischen und ähnlich gearteten Fragen des zwischenstaatlichen Funkverkehrs zu befassen. An der Tagung nahmen 25 Länder und 30 Funkbetriebsgesellschaften und internationale Körperschaften mit zusammen etwa 160 Delegierten und Sachverständigen teil. Das Ergebnis der Arbeiten wurde in Gutachten oder Empfehlungen zusammengefaßt, die von den Verwaltungen der einzelnen Länder im Betriebsdienst beobachtet werden sollen. In der nächsten Weltfunkkonferenz (voraussichtlich im Januar 1938 in Cairo) werden diese Arbeiten des CCIR nach Bedarf in die Bestimmungen des Weltnachrichtenvertrags eingearbeitet werden.

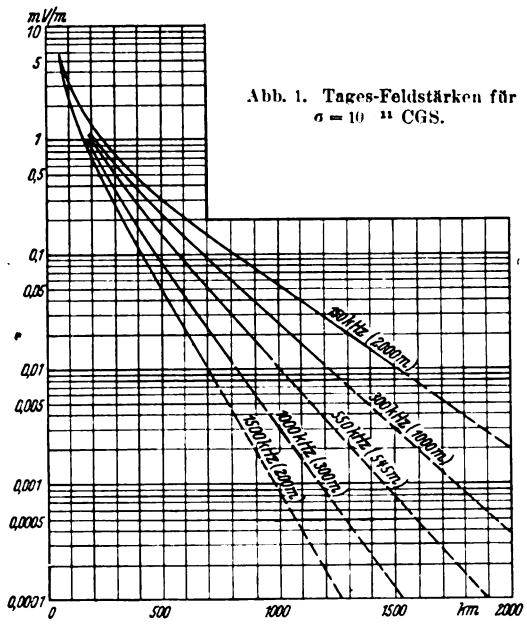


Abb. 1. Tages-Feldstärken für $\sigma = 10^{-11}$ CGS.

Der Arbeitsplan erstreckte sich auf ein sehr großes Gebiet, das in 35 Fragen gegliedert war. Die technischen Fragen sind besonders in drei technischen Ausschüssen bearbeitet worden, und zwar waren dies

der Ausschuß für die Festlegung von Begriffsbestimmungen und Normung,
der Ausschuß für Zusammenarbeit und
der Ausschuß für Sendefragen.

In dem Ausschuß für die Festlegung von Begriffsbestimmung und Normung sind zwei sehr wichtige Fragen beantwortet worden. Diese betrafen die Abstimmschärfe und Frequenzkonstanz von Funkempfängern und die Eichung von Wellenmessern.

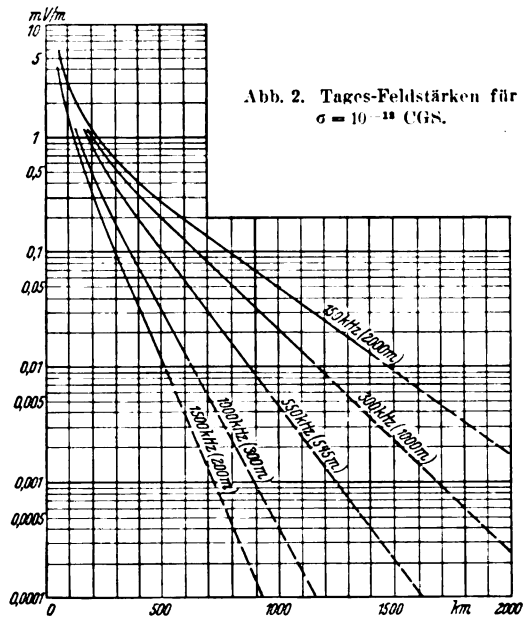


Abb. 2. Tages-Feldstärken für $\sigma = 10^{-12}$ CGS.

Die Begriffe Abstimmschärfe und Frequenzkonstanz wurden eindeutig erklärt. Die Messungen der Abstimmschärfe wurden nach längeren Erörterungen soweit vereinheitlicht und sollen künftig in solchem Umfange durch begleitende Angaben beschrieben werden, daß Messungen, die an verschiedenen Stellen in verschiedenen Ländern ausgeführt werden, eindeutig miteinander verglichen werden können. Es trat hierbei der Wunsch hervor, die Abstimmkurven der verschiedenen Empfängertypen der verschiedenen Dienste zu kennen, weshalb diese Kurven bis zur nächsten Tagung zusammengestellt werden sollen.

Um die Eichung von Wellenmessern künftig in erforderlichem Umfang leicht durchführen zu können, hielt man es für wünschenswert, ein über die ganze Erde ausgedehntes Netz, bestehend aus vorhandenen Betriebssendern, die ihre Sollwelle vorzüglich einhalten, und aus besonders für diesen Zweck errichteten Eichsendern zur Eichung von Wellenmessern zu verwenden. Zu den ersteren zählen heute z. B. viele Rundfunksender, die eine kleinere Abweichung von ihrer Sollwelle als $^1/_{300\,000}$ ihrer Frequenz haben. Die besonders für den Eichdienst errichteten Sender sollen eine kleinere Abweichung als 10^{-6} besitzen und vor allem zur Eichung von Wellenmessern größerer

Digitized by Google

Genauigkeit, z. B. für Laboratorien, verwendet werden. Da aber in Deutschland mit Hilfe der von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entwickelten Quarzuhren heute schon eine absolute Frequenzgenauigkeit mit Abweichungen bis zu 10^{-9} herab mit wesentlich wirtschaftlicheren und einfacheren Mitteln erreicht wird, erklärten wir, daß die Beteiligung Deutschlands an der Errichtung eines besonderen Sendenetzes nicht in Frage kommt.

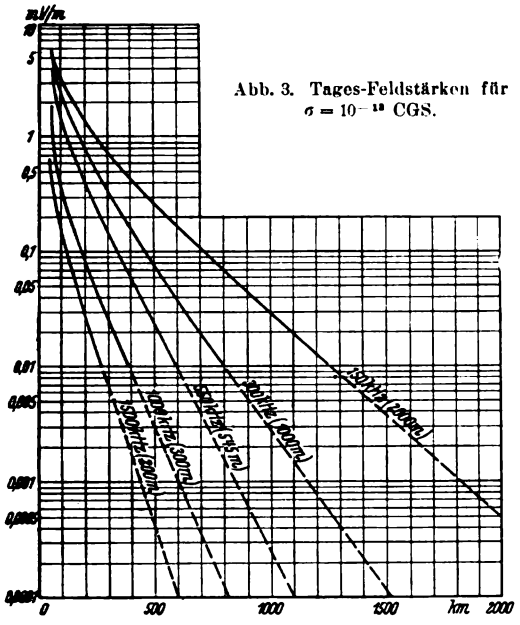


Abb. 3. Tages-Feldstärken für $\sigma = 10^{-13}$ CGS.

Zwei weitere wichtige Fragen haben in diesem Ausschuß zu längeren Erörterungen geführt, ohne daß man auf Grund der vorliegenden Arbeiten und gegenwärtigen Kenntnisse zu abschließenden Festlegungen oder Gutachten kommen konnte. Die eine behandelt die Meßverfahren zur Festlegung der Feldstärke von Sendern und der Stärke der Störgeräusche im Strahlungsfelde, die andere Fachausdrücke und Bildzeichen für den Funk. Da Fachausdrücke und Bildzeichen für die Elektrotechnik im allgemeinen von der IEC und für die Nachrichtentechnik durch das CCIF bearbeitet werden, entschloß man sich, die von diesen aufgestellten Verzeichnisse nur für die Bedürfnisse des Funks zu ergänzen.

Die Feldstärkemeßverfahren geben heute noch nicht die Möglichkeit, eindeutig die Störgeräusche im Strahlungsfelde zu messen. Auch bei den Senderstrahlungsmessungen sind noch eine Reihe von Festlegungen erforderlich, bevor es gelingt, diese eindeutig auszuführen und zwischenstaatliche Messungen miteinander immer vergleichbar zu machen. Alle dazu erforderlichen Unterlagen sollen in einer großen Fragengruppe bis zur nächsten CCIR-Tagung vorbereitet werden.

In dem Ausschuß für Zusammenarbeit wurden alle Fragen behandelt, die sich aus dem Zusammen- oder Nebeneinanderarbeiten der Sender ergeben, also vor allem die gegenseitigen Störungen der Sender. Diese lassen sich wesentlich dadurch einschränken, daß man die Bandbreiten der Sender auf das notwendige Maß begrenzt. So ist hier die Bandbreite für modulierte, ungedämpfte Telegraphiesender auf 1500 Hz festgelegt worden; weiter ist für alle Telegraphiesender die Unterdrückung störender Tastgeräusche verlangt und dabei auf die eingehenden technischen Arbeiten des CCIR verwiesen worden. Ferner hat man die wesentlichen, in den technischen Ländern gebräuchlichen Meßverfahren besprochen, die eine eindeutige Bestimmung der Bandbreite von Sendern gestatten, und die ständige Durchführung solcher Messungen allgemein empfohlen.

Zu den Aufgaben dieses Ausschusses gehörte auch die Frage der Unterdrückung von Oberwellen, die bekanntlich zu starken Störungen Anlaß gaben. Während es bei der letzten CCIR-Tagung noch unmöglich war, irgendeine Festlegung zu erreichen, gelang es, diesmal wenigstens die Oberwellen, die eine Frequenz unter 3000 kHz haben und Störungen hervorrufen können, auf einen Wert zu begrenzen, der eine Feldstärke von 300 µV/m in Entfernungen über 5 km vom Sender nicht überschreitet, oder was dasselbe ist, eine solche Oberwelle soll keine größere Leistung als 0,025 W in der Antenne besitzen. Wesentlich ist hierbei, daß diese Grenzzahl für die Oberwellen unabhängig von der Stärke des Senders festgelegt worden ist. Man ist dabei von der Überlegung ausgegangen, daß für die Unterdrückung von Störungen des Empfangs anderer Sender nur ein absoluter Wert maßgebend sein kann. Es werden dadurch allerdings an stärkere Sender höhere Anforderungen gestellt, aber dies ist wirtschaftlich berechtigt. Wichtig ist noch, daß die Einhaltung der genannten Festlegung nicht etwa von weiteren Maßnahmen entbindet, wenn ein Sender trotzdem Störungen verursacht. Man hat sich auf den Standpunkt gestellt, nur eine wirtschaftlich tragbare, im allgemeinen aber ausreichende Unterdrückung der Oberwellen vorzuschreiben, so daß deshalb in besonderen Fällen eine weitere Unterdrückung von Oberwellen erforderlich wird.

Für die beweglichen Stationen, für die die Beachtung dieser Festlegung zwar ebenfalls als wünschenswert angesehen wird, ist noch ein Vorbehalt gemacht worden, der dadurch begründet ist, daß in vielen Ländern noch nicht genügend Erfahrungen mit der Unterdrückung von Oberwellen bei den beweglichen Funkstellen vorliegen.

Aber auch hinsichtlich der Oberwellen mit Frequenzen über 3000 kHz war man sich einig, daß es wünschenswert ist, alle Anstrengungen zu einer gleichen Unterdrückung zu machen, daß aber die Erfahrungen in diesem Bereich noch nicht ausreichen, um schon jetzt Grenzzahlen nennen zu können.

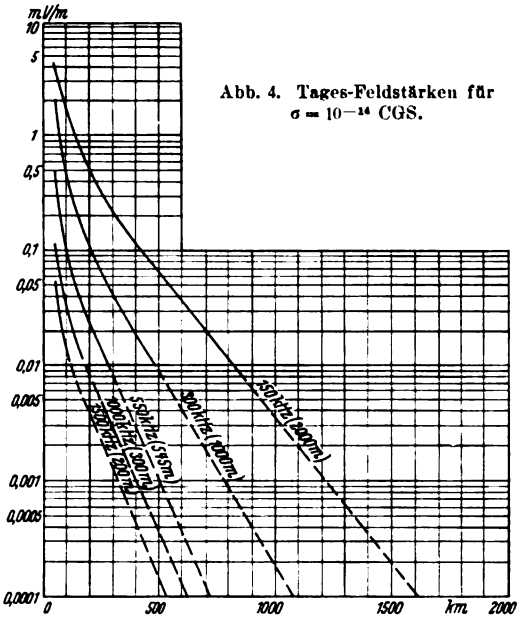


Abb. 4. Tages-Feldstärken für $\sigma = 10^{-14}$ CGS.

Von großem Interesse ist auch die Frage, die sich mit der Synchronisation und Quasisynchronisation von Rundfunksendern mit gleichem oder verschiedenem Programm befaßt, d. h. also mit dem Gleichwellenrundfunk und mit den Rundfunksendern, die nach dem Luzerner Wellenplan auf derselben Sollwelle zu arbeiten haben. Die technischen Bedingungen für diese Betriebsarten konnten noch nicht aufgestellt werden, da die Einrichtungen in den verschiedenen Haupt-Rundfunkländern und die bisherigen Erfahrungen damit sehr weit voneinander abweichen und diese Erfahrungen auch noch nicht für eine solche Festlegung ausreichen. Es sollen die Untersuchungen fortgesetzt und weitere Erfahrungen gesammelt werden. Da es aber für die folgenden Arbeiten erwünscht ist, sich über die Begriffsbestimmung für Synchronisation und Quasisynchronisation zu einigen, legte man fest, daß ein Betrieb von Rundfunksendern, die auf gleicher Sollwelle arbeiten, dann synchronisiert heißt, wenn die einzelnen Frequenzen der Sender nicht mehr als 0,1 Hz voneinander abweichen. Wenn die Abweichung größer ist, bezeichnet man diese Sender als quasisynchronisiert.

Von größtem Interesse für den Rundfunk ist weiter die Frage, welcher Frequenzabstand zwischen den Rundfunksendern erforderlich ist. Die vorliegenden Arbeiten reichten noch nicht aus, um in dieser

Digitized by Google

Tagung ein Gutachten darüber abgeben zu können. Obzwar man sich einig war, daß der im Luzerner Plan für Europa allgemein zugrunde gelegte Abstand von 9 kHz ausreicht, soll diese Frage doch für die nächste CCIR-Tagung eingehend behandelt werden.

In dem Ausschuß für Sende- oder Strahlungsfragen nahm die Behandlung der Wellenausbreitung den weitaus größten Teil der Zeit in Anspruch. Für die Wellen im Bereich von 150 bis 1500 kHz (2000 bis 200 m), also auch für den Rundfunkwellenbereich, geben die Kurven in den Abb. 1 bis 6 die Ausbreitungsverhältnisse bei den verschiedenen Bodenleitfähigkeiten (σ in CGS). Die Kurven sind für 1 kW Strahlungsleistung gezeichnet. Die Tageskurven sind nur bis etwa 0,01 mV/m verläßlich, denn darunter tritt schon der Einfluß der indirekten Strahlung über die Kennelly-Heaviside-Schicht stark hervor.

Hierher gehört auch die Untersuchung der verschiedenen Wellenbereiche hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit für die Funkpeilung. Für die langen und mittleren Wellen wurde diese Untersuchung als durch die vorliegenden Arbeiten abgeschlossen betrachtet, während sie für die Grenzwellen, die kurzen und ultrakurzen Wellen fortgesetzt werden soll. Ferner gehört noch hierher die Festlegung der Feldstärken, die für die verschiedenen Dienste und Fälle erforderlich sind.

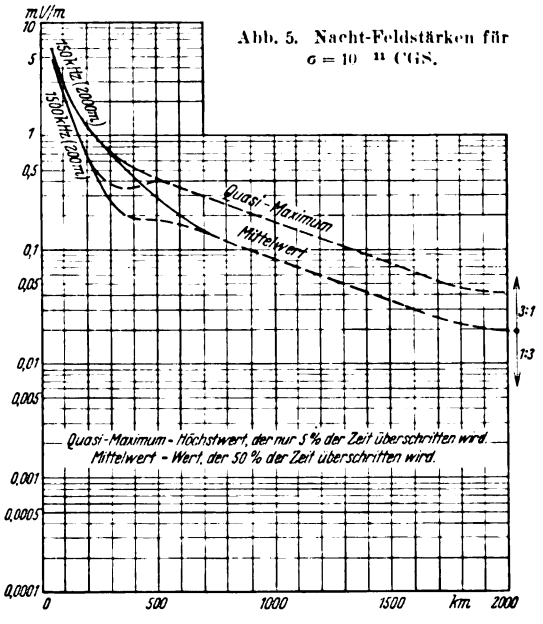


Abb. 5. Nacht-Feldstärken für $\sigma = 10^{-13}$ CGS.

In dem Ausschuß für Sende- und Strahlungsfragen behandelte man auch verschiedene im Rundfunk verwendete Antennen, besonders die schwundmindernde Antenne, ferner noch die Einseitenband-Modulation für den Rundfunk, von der verschiedene Seiten eine Beseitigung der Rundfunkwellen-Knappheit erhoffen. Man war sich jedoch klar darüber, daß bei dem weitaus größten Teil der jetzt verwendeten Rundfunkempfänger eine solche Modulation zum mindesten keine Vorteile gibt. Man einigte sich darauf, die Versuche mit Einseitenband-Modulation sowohl mit wie ohne Trägerwelle fortzusetzen und auch die Entwicklung geeigneter Empfänger zu betreiben, um feststellen zu können, ob wenigstens für die weitere Zukunft eine Verwendungsmöglichkeit für diese Modulationsart besteht.

Die vorliegenden Ergebnisse über die schwundmindernden Antennen erwiesen sich noch nicht als ausreichend, um ein endgültiges Gutachten über ihren Wert abgeben zu können. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Außer den 3 genannten technischen Ausschüssen wurden noch ein Ausschuß für Betriebsfragen und ein Organisationsausschuß gebildet. Im letzteren wurde die Geschäftsordnung des CCIR einer Prüfung und teilweisen Änderung unterzogen und eine neue Ordnung der noch geltenden, älteren Empfehlungen des CCIR durchgeführt.

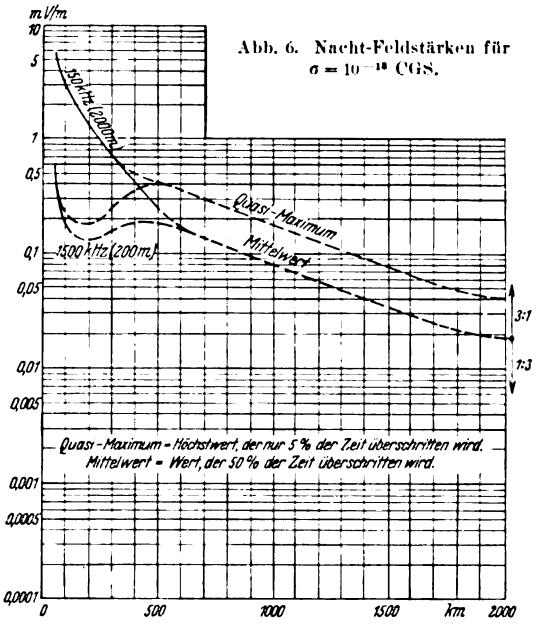


Abb. 6. Nacht-Feldstärken für $\sigma = 10^{-13}$ CGS.

In dem Ausschuß für Betriebsfragen wurde die sehr zeitgemäße und brennende Frage der Unterdrückung von Störgeräuschen im Rundfunkempfänger erörtert. Man war sich darüber einig, daß Entstörungsmittel in erster Linie am störenden Gerät anzubringen sind und daß diese Frage noch weiter studiert werden soll. Dabei war man sich aber klar darüber, daß die Verhältnisse an der Empfangsanlage noch eingehend untersucht werden müssen. Im Zusammenhang damit wurde die Bearbeitung der weiteren Fragen beschlossen, die sich mit der Schaffung von vergleichbaren Meßverfahren für die Stärke der Rundfunkstörungen (Störzahl) und der Festlegung der höchstzulässigen Störzahl beschäftigen.

Eine sehr wichtige Frage, die in diesem Ausschuß behandelt wurde, betraf den Funksprechdienst auf kleinen Schiffen (Fischereidampfern). Es gelang, ein europäisches Sonderabkommen über die für diesen Dienst zu benutzenden Wellen zu schaffen. Auf der Grundlage dieses Abkommens wurden Richtlinien für die allgemeine Einführung eines solchen Dienstes ausgearbeitet und ihre Anwendung den Ländern empfohlen.

Die Verhandlungen über die weitere Frage der Frequenzkonstanz bei beweglichen Funkstellen ergaben, daß hinreichend Mittel und Wege bekannt sind, um auch bei diesen Funkstellen eine ausreichende Frequenzkonstanz zu sichern. Es wurde die Anwendung dieser Mittel empfohlen. Dagegen konnte man sich in der Frage der Verringerung von Störungen in den Gemeinschafts-Wellenbändern nicht einigen. Es sind noch Versuche erforderlich, um die Meinungsverschiedenheiten aufzuklären.

Das Ergebnis der Tagung ist in 29 Empfehlungen (avis), 11 ungelösten und 7 neuen Fragen zusammengefaßt. Die Verhandlungen verliefen sehr glatt, man kann sagen freundschaftlich, was besonders darauf zurückzuführen ist, daß sich die meisten maßgebenden Vertreter der einzelnen Länder schon bei den früheren Tagungen des CCIR kennen und schätzen gelernt haben.

H. Harbich.

Digitized by Google

Die dielektrische Verfolgung des Trocknungs- und Imprägnierungsprozesses bei Papier.

Von **E. Waldschmidt**, Berlin.

Übersicht. An Hand eines Beispiels wird ein Verfahren für die Praxis beschrieben, das es gestattet, die Trocknung und Imprägnierung von Papier für elektrische technische Zwecke in ihren verschiedenen Phasen kontinuierlich und außerhalb des Reaktionsraumes zu verfolgen. Eine Probe aus dem zu behandelnden Stoff wird als Dielektrikum in einem Meßkondensator untergebracht, dessen Kapazitätsänderungen ein Kennzeichen der jeweiligen stofflichen Veränderungen darstellen. Da dieser Meßkondensator im Reaktionsraum angebracht ist und das Dielektrikum im wesentlichen den gleichen Bedingungen wie die ganze Beschickung unterworfen wird, kann der Meßausschlag als Kontrolle für den Zustand der ganzen Beschickung dienen. Auf die Übertragung des Meßprinzips zur Lösung anderer industrieller Aufgaben wird hingewiesen.

I. Aufgabe und Meßprinzip.

Das für Isolationszwecke bestimmte Papier soll in erster Linie eine außerordentlich geringe Leitfähigkeit besitzen. Schlecht getrocknetes Papier ist aus diesem Grunde völlig unbrauchbar[1]). Die zunächst gestellte Aufgabe bestand also darin, den Trocknungsprozeß in allen seinen Stadien zu verfolgen und besonders den Zeitpunkt seiner Beendigung festzulegen. Nach der vollständigen Trocknung wird das Papier mit einem nicht brennbaren und gut isolierenden Stoff imprägniert. Im vorliegenden Falle wurde ein Chlorwachs, das von der I. G. Farben-Industrie unter dem Namen Nibren in den Handel gebracht wird, für die Imprägnierung benutzt. Sie soll das Papier vor der Luftfeuchtigkeit schützen und die dielektrische Durchschlagsfestigkeit erhöhen. Um dieses Ziel aber weitgehend zu erreichen, müssen alle Hohlräume in der Papierbahn mit dem Tränkmittel ausgefüllt sein. Die Dauer dieses Prozesses ist je nach den herrschenden Temperatur- und Vakuumbedingungen sehr verschieden. Aus diesem Grunde wird die kontinuierliche Überwachung des Tränkprozesses von Wichtigkeit, zumal sich eine rein empirische Festlegung der Betriebsbedingungen als nicht möglich erwies, da die Qualität des Produktes bei jeder Beschickung anders ausfiel. Gerade für die Aufklärung dieser Streuungen und deren Beseitigung leistete das hier beschriebene Verfahren wertvolle Dienste.

Das Prinzip des Verfahrens besteht in der Messung einer elektrischen Kapazität, bei der die Veränderung eines geeigneten Dielektrikums von außen kontinuierlich verfolgt werden kann[2]). Selbstverständlich wurde für die Messung das gleiche Papier als Dielektrikum benutzt, welches getrocknet und imprägniert werden sollte. Es wurde in Form kleiner Papierrollen im Kondensator untergebracht. Die Verhältnisse dieses Versuchswickels können jeweils mit denen der ganzen Beschickung identifiziert werden.

II. Die Trocknung des Papiers.

Zur Orientierung über den Trocknungsprozeß wurden zunächst einige Trockenschrankversuche ausgeführt und der Verlauf durch die Gewichtsabnahme festgestellt. Hieraus geht hervor, daß der Feuchtigkeitsgehalt des lufttrockenen Papiers 4 % beträgt, und daß diese Feuchtigkeit nach 4stündigem Erhitzen entfernt worden ist. Um den Vorteil der Vakuumtrocknung abschätzen zu können, wurde ein Wickel in einer kleinen Versuchsanlage in bestem Vakuum (3 ··· 5 mm Hg) auf 100 ° erhitzt und nach je einer Stunde auf Gewichtsverlust untersucht. Es ergab sich, daß die Trocknung unter diesen Bedingungen in etwa der halben Zeit beendet ist. Um die Erneuerung des Öles in der Pumpe nicht zu oft vornehmen zu müssen, wurde die Trocknung im Kessel bei geöffnetem Deckel begonnen und nach etwa 2 Stunden im Vakuum fortgesetzt. Diese Maßnahme führte nicht zum Erfolg. Die vorher beobachteten Schwankungen in der Qualität des Produktes blieben bestehen. Es wurden zur Klärung dieses Sachverhaltes einige methodische Vorversuche auf dielektrischer Grundlage ausgeführt. Die benutzte Meßapparatur bestand aus einem Überlagerungsgerät, wie es unter dem Namen Dielkometer bekannt geworden ist[3]). Neu war nur die Meßzelle. Sie bestand aus einem Metallstreifen, um welchen mehrere Lagen Papier gewickelt waren. Der ganze Wickel war zwischen zwei aufeinanderschraubbaren Metallplatten angeordnet. Der Metallstreifen war die erste Belegung, die beiden äußeren Platten stellten die zweite Kondensatorbelegung dar. Die Pressung des Wickels war ungefähr gerade so groß wie bei den andern Wickeln der Beschickung. Auch diese waren in eisernen Preßkästen untergebracht. Diese Meßzelle wurde in den Trockenschrank gelegt und die Kondensatorableitungen durch den Abzugschacht des Trockenschrankes herausgeführt. Das Meßgerät stand neben dem Trockenschrank. Trägt man nun den Meßeffekt in Abhängigkeit von der Zeit auf, so ergibt sich eine ähnliche Kurve wie beim Trockenschrankversuch, d. h. nach etwa 4 Stunden verläuft die Kurve der Zeitachse parallel. Baut man die Meßzelle in ein Vakuumgefäß ein, so erhält man auch hier eine ganz ähnliche Kurve für den Trocknungsverlauf wie bei der Feststellung des Gewichtsverlustes. Nur besteht diese Kurve aus beliebig vielen Meßpunkten. Es war möglich, die Feinheiten des Trocknungsverlaufes bei jedesmaligem Ein- und Ausschalten der Vakuumpumpe zu verfolgen. Beachtet man den starken Einfluß des Vakuums auf die Trocknungsdauer, so wird man ohne weiteres einsehen, daß an sich geringfügige Steigerungen in der Güte des Vakuums große Verkürzungen in der Behandlungsdauer bewirken.

Nachdem nun die Apparatur und die Methode an Vorversuchen als brauchbar für die Lösung des Problems befunden worden waren, wurde die Meßzelle in den großen Kessel eingebaut. Sie befand sich etwa im Mittelpunkt des Kesselraumes. Das Vakuum erreichte während der ersten beiden Stunden nur 20 mm. Selbst nach 3 Stunden war das Ende der Trocknung noch nicht erreicht, obwohl das im Deckel festeingebaute Thermometer 130 ° anzeigte. Dies auffällige Ergebnis führte zu der wichtigen Untersuchung der Temperaturverteilung im Kessel. Es ergab sich, daß im oberen Kesselraum zwischen der Mitte und dem Rand noch nach 2 h etwa 40 ° Temperaturunterschied herrscht. Damit waren die Trocknungschwankungen größtenteils erklärt. Zur Sicherung der Erkenntnis wurde noch eine Meßreihe im Kleinversuch angesetzt, der die Festlegung des Trocknungsverlaufes bei verschiedenen Temperaturen zum Ziel hatte. Ein Versuchswinkel wurde in einem Glasgefäß untergebracht und dieses in ein Ölbad getaucht. Das Ölbad befand sich vorher auf 75 ° C. Die Temperatur wurde aber im Inneren des Glasgefäßes abgelesen. Nachdem über 10 min Konstanz des Meßausschlages eingetreten war, wurde das Ölbad schnell auf 100 ° C erhitzt. Es trat ein zusätzlicher starker Trocknungseffekt auf. Auch bei weiterer Steigerung auf 125 ° war eine weitere Trocknung festzustellen, die allerdings gegenüber der 100 °-Trocknung nur gering war. Die Beseitigung der Ungleichmäßigkeit in der Trockentemperatur durch eingebaute Heizschlangen und Vorwärmen der Papierwickel im Kessel führte zu dem erstrebten Ziel einer vollkommenen und gleichmäßigen Trocknung.

III. Die Imprägnierung des Papiers.

Ein Versuchswickel wurde an seinen Elektroden im Vakuum aufgehängt und dielektrisch auf seine Trockenheit untersucht. Nachdem an der Konstanz des Meßausschlages deren Beendigung festgestellt worden war, wurde der Versuchswickel an seinen verschiebbaren Zuleitungen auf den Boden des Vakuumgefäßes gesenkt. Hier tauchte er in geschmolzenes Nibren. Da sich jetzt die Kapazität des Versuchskondensators erhöht, so muß der Meßausschlag in entgegengesetzter Richtung wie bei der Trocknung erfolgen. Die Kurve zeigt große Schwankungen, die infolge der starken Blasenbildung zustande gekommen sind. Da der dielektrische Effekt aber recht beachtliche Größe annimmt (die DK. von Nibren beträgt rd. 4,3), so wird mit geringer Empfindlichkeit des Apparates gearbeitet. Die Blasenbildung hört noch nach vielen Stunden Betriebsdauer nicht auf. Es tritt auch kein absolut feststehender Endausschlag bei der DK.-Messung auf. Wenn aber dieser Ausschlag um einen Mittelwert schwankt, so kann man die Imprägnierung als beendet ansehen. Weitere Versuche zeigten, daß die Dauer des Tränkprozesses entscheidend von der Güte des angewandten Vakuums abhängt. Die nach mehreren Stunden noch stattfindende starke Schaumbildung läßt vermuten, daß im Innern des Papiers noch Hohlräume vorhanden sind. Es lag daher nahe, durch die Anwendung von Druck nach vorausgegangener Vakuumbehandlung die Tränkmasse in diese Hohlräume zu pressen und dadurch den Prozeß abzukürzen. Da aber bei schlech-

[1]) Über die praktische Verwendung des Papiers im Kondensator und den Herstellungsgang vgl. H. Gönnigen, ETZ 1934, S. 1021.
[2]) Zur Theorie s. L. Ebert, Z. angew. Chemie Bd. 47, S. 305 (1934).
[3]) Lieferfirma ist Haardt & Co., Düsseldorf, Reichsstr. 37/39. Beschrieben ist das Gerät in Chem. Fabrik Bd. 7, S. 189 (1934).

Digitized by Google

ter werdendem Vakuum die Blasenbildung sofort aufhört, so hat man keinen Anhaltspunkt mehr dafür, wie hohe Drucke anzuwenden sind. Die Versuche zeigten, daß höhere Drucke als 1 at zwecklos sind, da hierbei nur ganz geringfügige Kapazitäts- bzw. Stoffzunahmen eintreten. Bei unvollständig imprägnierten Stücken allerdings kann man noch bei 3 at Druck starke Zunahmen feststellen.

Die Berücksichtigung aller aus den Versuchen gewonnenen Erkenntnisse gestattete die Fabrikation eines gleichbleibenden Produktes hoher Qualität.

Am Schluß dieser Meßreihe sei einiges über die Auswertung der einzelnen Kurven gesagt, die nur dann eine quantitative Auswertung zulassen, wenn man die Anordnung vorher empirisch geeicht hat. Nun bieten aber viele feste Stoffe hinsichtlich der Reproduzierbarkeit sehr große Schwierigkeiten, so daß man nur in besonderen Fällen diese Eichung vornehmen kann. In diesem Beispiel und in sehr vielen anderen Fällen kommt es aber wenig oder gar nicht auf die absoluten Angaben an, sondern es ist vielmehr an der Feststellung gelegen, ob ein gewünschter Zustand erreicht worden ist oder nicht. Diese Alternative kann aber mit großer Sicherheit entschieden werden. Teilweise wird man dem Bedürfnis nach quantitativer Auswertung gerecht, wenn man den Anfangs- und Endpunkt der Meßkurve mit absoluten Zahlen belegt und den dazwischen liegenden Achsenabschnitt linear unterteilt.

Wenn nun die quantitative Auswertung bis zu gewissen Genauigkeitsanforderungen, die in den meisten Fällen geringer sein werden, als nach diesen Beispielen angenommen werden kann, noch möglich ist, so muß aber gesagt werden, daß aus dem resultierenden DK.-Wert keinesfalls auf eine qualitative Veränderung geschlossen werden kann. Wie man, ungeachtet dieser Schwierigkeiten, eine große Zahl von chemischen Prozessen verfolgen kann, ist an einigen weiteren für die chemische Praxis wichtigen Systemen untersucht worden. Hierfür wurde die gleiche Apparatur benutzt. Nur die Meßzelle muß dem jeweiligen Objekt und der Aufgabe angepaßt sein. Es wurden Untersuchungen über die Trocknung photographischer Filmstreifen angestellt, die zeigten, daß die schnellste Trocknungsmethode die Vakuumtrocknung darstellt. Die Abbindung von Gips gibt einen charakteristischen Kurvenverlauf, der im einzelnen noch zu klären ist. Die dielektrische Methode gestattet weiter, die Wasserdurchlässigkeit von Lackschichten nach etwa 2 h in mg/cm² anzugeben. Eine weitere Versuchsreihe bezog sich auf die Untersuchung kondensierbarer Bestandteile aus Rauch und Gasen. Endlich wurden auch biologische Vorgänge an lebenden Blättern verfolgt. Über alle diese Untersuchungen wird später an anderer Stelle ausführlicher berichtet werden. Hier soll nur die Vielseitigkeit der dielektrischen Messung angedeutet werden, die diese Methode auch für die Untersuchung inhomogener, vorzugsweise fester Systeme brauchbar erscheinen läßt, nachdem sie schon früher ganz besonders für homogene — vorzugsweise flüssige — Systeme als hervorragende Bereicherung der chemischen Praxis empfohlen wurde[4]).

Aluminium-Hohlseil für Ölkabel*).

Eine für Hochspannungskabel in Vorschlag gebrachte und schon mehrfach ausgeführte Lösung besteht bekanntlich darin, daß man den kupfernen Leiter als Hohlseil ausführt, dessen Inneres als Ölkanal dient. Das Hohlseil enthält dabei Schlitze oder dgl., durch welche das unter Druck stehende Öl in die Papierisolation eindringen und diese dauernd durchtränken kann. Durch die Ausführung als Hohlseil erhält der Leiter zugleich eine kleinere Oberflächenkrümmung, wodurch die elektrische Beanspruchung der Isolation an seiner Oberfläche herabgesetzt wird. Aus der Formel für die Berechnung der elektrischen Beanspruchung an der Oberfläche des Innenbelages eines Zylinderkondensators geht ferner hervor, daß unter sonst gleichen Verhältnissen diese elektrische Beanspruchung dann ein Minimum wird, wenn das Verhältnis der Radien des äußeren und des inneren Belages gleich $e = 2{,}718$ gemacht wird, wobei e die Basis des natürlichen Logarithmen bedeutet. Auf ein Kabel übertragen heißt das, daß das Verhältnis des Innenradius des Bleimantels zum Außenradius des Leiters gleich e sein muß. In der Tat wird man dieses Verhältnis bei den ausgeführten Hochspannungskabeln meist finden.

Es läßt sich nun rechnerisch zeigen, daß geringe Abweichungen dieses Verhältnisses vom Wert e, hervorgerufen durch einen etwas größeren oder kleineren Leiterradius bei gleichbleibendem Bleimantelradius praktisch kaum eine Erhöhung der elektrischen Beanspruchung an der Leiteroberfläche zur Folge haben. Anderseits ist bei einem Hohlleiter zur Erzielung eines bestimmten größeren Querschnitts eine wesentlich geringere Vergrößerung des Außendurchmessers notwendig als bei einem Volleiter. Es ist daher ohne weiteres möglich, statt des Kupferleiters einen solchen aus Aluminium zu verwenden, wie an einem Beispiel gezeigt werden soll.

Ein praktisch ausgeführtes Hochspannungskabel hat einen Kupferhohlleiter mit einem Außendurchmesser $d = 22$ mm und einem Innendurchmesser $d' = 15$ mm, also mit einem theoretischen Querschnitt von 203 mm². Der Innendurchmesser D des Bleimantels beträgt 60 mm. Die elektrische Beanspruchung des Isolierpapiers an der Oberfläche des Hohlleiters beträgt, wenn r, r' und R die entsprechenden Radien sind,

$$B_r = \frac{U}{r \ln \frac{R}{r}} \text{ Volt/mm};$$

da $\frac{R}{r} = \frac{30}{11} = 2{,}718 = e$ ist, so wird, da $\ln e = 1$,

$$B_r = \frac{U}{r} = \frac{U}{11} \text{ Volt/mm}.$$

Um bei Aluminium den gleichen Leitwert zu erhalten, muß der Querschnitt rd. das 1,64fache, also 333 mm² sein. Dies wird erreicht mit einem Hohlleiter, der bei gleichem Innendurchmesser einen Außendurchmesser von 25,5 mm hat. Bei gleichem Bleimantel-Innendurchmesser wird jetzt

$$B_r = \frac{U}{12{,}75 \ln \frac{30}{12{,}75}} = \frac{U}{10{,}88},$$

d. h. also um rd. 1 % höher.

Bei Nieder- und Mittelspannungskabeln weicht das Verhältnis R/r meist wesentlich von e ab, und eine Vergrößerung von r hat daher eine starke Vergrößerung der elektrischen Beanspruchung zur Folge; die Stromleiter sind als Vollseile ausgeführt und müssen daher im Durchmesser wesentlich stärker vergrößert werden als Hohlseile. Eine Verwendung von Aluminium hat daher stets eine Vergrößerung des ganzen Kabeldurchmessers zur Folge, während bei einem Hochspannungskabel mit Hohlleiter letzterer ohne weiteres statt in Kupfer auch in Aluminium ausgeführt werden kann, ohne daß der Kabeldurchmesser vergrößert zu werden braucht. Der leitwertgleiche Aluminium-Hohlleiter hat aber nur das halbe Gewicht des Kupferleiters.

Die Verwendung von Aluminium hat noch einen weiteren Vorteil. Zwischen der Erwärmung eines Leiters und der von ihm aufgenommenen Kurzschlußarbeit besteht bei Vernachlässigung der Abstrahlung oder Ableitung folgende Beziehung:

$$t - t_0 = 0{,}24 \frac{A}{q\, g\, c}.$$

t_0 Anfangstemperatur in °C
t Endtemperatur in °C
A Kurzschlußarbeit in Ws/m
q Leiterquerschnitt in mm²
g spezifisches Gewicht in g/cm³ (Cu = 8,9, Al = 2,7)
c spezifische Wärme in cal/g und 1° (Cu = 0,093, Al = 0,214).

Die zahlenmäßige Auswertung dieser Gleichung ergibt, daß ein Aluminiumleiter bei gleicher Kurzschlußarbeit eine 12,5 % geringere Übertemperatur annimmt als der leitwertgleiche Kupferleiter. Dieser Unterschied wird aber noch größer, wenn man berücksichtigt, daß, da der Temperaturkoeffizient des Widerstandes bei beiden Metallen annähernd der gleiche ist, der Kupferleiter wegen seiner höheren Temperatur und des daraus folgenden höheren Widerstandes bei gleichem Kurzschlußstrom eine höhere Kurzschlußarbeit aufnimmt. Die Beanspruchung der Isolation bei Kurzschlüssen wird also bei dem leitwertgleichen Aluminiumleiter wesentlich geringer als bei Kupfer. In Fällen, wo die Bemessung des Leiterquerschnittes nach den zu erwartenden Kurzschlußströmen erfolgt, kann also der Aluminiumquerschnitt kleiner als dem Leitwert entsprechend gewählt werden. Dadurch würde der eingangs erörterte geringe Unterschied im elektrischen Sicherheitsgrad noch kleiner werden und ein weiterer Gewichtsvorteil eintreten. — Die Verwendung von Aluminium-Hohlleitern bedeutet demnach bei Hochspannungskabeln unzweifelhaft einen technischen Vorteil. Nachdem das Aluminium im Freileitungsbau sich neben dem Kupfer bereits mit Erfolg durchgesetzt hat, obwohl es hier mechanischen und korrodierenden Beanspruchungen ausgesetzt ist, die in einem Kabel gänzlich fehlen, ist zu erwarten, daß es auch in der Kabeltechnik in Zukunft mit Vorteil Verwendung finden wird.

[4]) L. Ebert, Z. angew. Chemie Bd. 47, S. 305 (1934).
*) Vgl. ETZ 1934, S. 1008.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Landwirtschaft.

Elektrische Heizung in Gärtnereien. — Elektrische Heizanlagen im Gartenbau wurden bisher überwiegend von den Firmen, die Heizkabel herstellen, ausgeführt. Mit der jetzt zu erwartenden weiteren Verbreitung dieser Anlagen wird es auch für den Installateur eine dankbare Aufgabe sein, sich damit zu befassen. — Der Zweck der elektrischen Heizung ist nicht so sehr, dem Besitzer größere Erträge an Pflanzen und Blumen zu verschaffen, als vielmehr ihn gegen die Launen der Witterung zu schützen. Auch über die Kosten einer Heizungsanlage muß Klarheit herrschen. Man kann für den elektrischen Teil etwa 5 RM/m² ohne die Zuleitungen rechnen. Ganz einfache Anlagen nur mit Luftheizung sind etwas billiger, solche mit Temperaturreglung dagegen wesentlich teurer, sie kosten etwa das Doppelte. Als Erfahrungswert gilt, daß für normale elektrisch geheizte Beete je Quadratmeter und Tag etwa 1 kWh gebraucht wird, um eine Übertemperatur von 20 ° im Beet zu halten. Ferner kann man rechnen, daß, wenn 24 h durchgeheizt wird, eine Heizleistung von 50 W/m² einzubauen ist. Bei gemischter Heizung sollen etwa ⅔ der Heizleistung in Luft und ⅓ in den Boden verlegt werden.

Abb. 1. Treibbeet mit Luftheizung.

Im allgemeinen wird es zweckmäßig sein, mit der Zusatzheizung anzufangen. Ein solcher Fall liegt häufig vor, wenn eine Gärtnerei ihre Gewächshäuser erweitern möchte, die vorhandene Kesselanlage aber zu klein ist. Dann kann mit geringen Kosten eine zusätzliche elektrische Luftheizung eingebaut werden. Eine weitere Zusatzheizung, die sich wohl am leichtesten einführen läßt, ist die Bodenheizung für Stecklings- und Vermehrungsbeete, wie sich solche fast in jeder Gärtnerei auf den Tischen der bereits geheizten Gewächshäuser befinden. Bisher wurden diese Beete durch die Warmwasserrohre geheizt, die unter den Tischen verlaufen. Diese Heizung genügt aber nicht immer den Ansprüchen, die an solche Beete gestellt werden müssen. Zusatzheizung ist auch die Luftheizung in den Abstellbeeten oder in den sog. Kalthäusern. Auch hier wird in erster Linie Schutz gegen zu frühe oder späte Fröste verlangt. Anlage- und Betriebskosten sind auch in diesem Falle gering. Das gleiche gilt für Treibbeete mit Mistpackung, bei denen der Strom für die Luftheizung auch nur eingeschaltet wird, wenn eine ungewöhnliche Witterung das verlangt. An dieser Stelle sei erwähnt, daß die elektrische Heizung in Treibbeeten keineswegs den Mist ersetzen soll, denn dieser hat nicht nur die Aufgabe, Wärme zu spenden, sondern auch noch andere Aufgaben, die mit dem Leben der Pflanzen zusammenhängen. Man kann aber bei Frühbeeten für Gemüsebau mit einer schwächeren Packung auskommen, da die elektrische Luftheizung dafür sorgt, daß die von den Fenstern strömende kalte Luft die Beete nicht abkühlt. Werden die Treibbeete mit gemischter Heizung, also außer mit Luftheizung auch mit Bodenheizung ausgerüstet, so erhält man eine Anlage von größter Vielseitigkeit. Anfänglich wollte man die Verhältnisse des Mistbeetes einfach auf die elektrische Heizung übertragen und legte deshalb den Hauptwert auf die Bodenheizung, um möglichst den Nachttarif auszunutzen. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß dann der Boden meist zu stark geheizt wird, und daß die Aufspeicherung der Wärme im Boden auf Schwierigkeiten stößt, so daß das richtige Verhältnis von Luft- und Bodenwärme nicht erzielt wurde. Die gemischte Heizung hat sich daher als zweckmäßiger erwiesen.

Sowohl für Boden- wie für Luftheizung haben sich Heizkabel, z. B. der SSW, gut bewährt. Boden-Heizkabel werden zweckmäßig in eine Sandschicht unter der Kulturerde eingebettet und durch ein darüber gelegtes Drahtnetz vor mechanischen Beschädigungen durch Werkzeuge geschützt. Luft-Heizkabel werden mit Abstandschellen an der Umrandung des Beetes befestigt, bei Sattelkästen kommt auch ein Teil derselben in die Mitte.

Von größter Wichtigkeit ist die Temperaturregelung in elektrisch geheizten Beeten. Der Gedanke liegt nahe, diese durchweg einem Automaten zu überlassen, weil es ein besonderer Vorzug jeder elektrischen Heizung ist, daß sie leicht selbsttätig geregelt werden kann. Die Natur lehrt uns aber, daß durch den Einfluß der Sonne erhebliche Schwankungen in der Luft und in der oberen Bodenschicht auftreten. Eine selbsttätige Regelung auf ganz gleichmäßige Bodentemperatur ist nicht immer angebracht, denn die natürlichen, durch die Sonne bedingten Temperaturschwankungen des Bodens sind für das Bakterienleben von größter Wichtigkeit. Bei Luftheizung dagegen ist die selbsttätige Regelung sehr zweckmäßig, weil die Lufttemperatur sich sehr häufig und plötzlich ändert. Bei der Wahl der Regler ist zu bedenken, daß die Regler nur sehr selten betätigt werden, und daß die Kontakte von Vakuumreglern gegenüber den offenen Kontakten von Thermostaten der Verschmutzung und Oxydation nicht ausgesetzt sind. *Sc.*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Die Erzeugung von Elektrizität aus französischer Braunkohle. — In Hostens, ungefähr 40 km südlich von Bordeaux in Südwestfrankreich, gibt es ein Braunkohlenvorkommen, das von der Société Minière et Electrique des Landes ausgebeutet wird. Diese Gesellschaft war vor die Frage gestellt, ob man die Braunkohle für die Gewinnung von elektrischer Kraft oder für die Brikettierung oder schließlich für die Tieftemperaturverkokung und damit für die Gewinnung von Ölen, Gas, Halbkoks usw. verwenden sollte. Man entschloß sich für die Krafterzeugung und legte ein neuzeitliches Kraftwerk in Hostens selbst, etwa 500 m von der Förderstelle entfernt, an. Der Strom wird an das 60 kV-Netz der französischen Südbahngesellschaft abgegeben. In einer Entfernung von 14 km liegt ein Wasserpumpwerk, durch eine 15 kV-Leitung mit dem Kraftwerk verbunden, das für die Förderung des notwendigen Speisewassers aus einem Fluß nach einem Staubecken in unmittelbarer Nähe des Kraftwerkes sorgt. Die in Hostens gefundene Braunkohle hat in bezug auf ihre Art und Zusammensetzung keine Ähnlichkeit mit den sonstigen französischen Braunkohlen, sondern eher mit den mitteldeutschen und rheinischen. Im grubenfeuchten Zustande hat sie einen Wassergehalt von 58 bis 64 %, eine Dichte von 0,7 und einen Heizwert von 1500 kcal. Im trockenen Zustande enthält sie 48,8 ··· 57,7 % C, 23 ··· 28,3 % O, 4,1 ··· 4,8 % H, 0,2 ··· 0,4 % N, 1,4 ··· 1,7 % S, 7,5 ··· 20,6 % Aschen, wobei die Aschen wiederum rd. 70 % Kieselsäure, 20 % Eisenoxyd und Tonerde und 10 % Kalk enthalten und bei 1200 ··· 1450 ° schmelzen. Die Braunkohlen kommen in geringer Tiefe vor, so daß sie im Tagebau gewonnen werden können. Für diese Zwecke wurde ein neuzeitlicher Drehschaufelbagger aus Deutschland bezogen. Die geförderte Braunkohle wird durch Wagen einem offenen Behälter von 1500 m³ Inhalt zugeführt, welche Menge einem Tagesverbrauch des Kraftwerkes entspricht. Die Kohle wird zunächst auf etwa 80 mm zerkleinert und dann vom Holz befreit, da sie noch mit Holzstücken durchsetzt ist. Eine Trocknung der Braunkohle vor ihrer Einführung in die Feuerung erfolgt nicht, vielmehr wird sie durch ein Förderband von 200 t Stundenleistung in die hochgelegenen Brennstoffbehälter geleitet, von denen aus sie in die Kessel gleitet.

Digitized by Google

Im Kesselhaus befinden sich drei senkrechte Kessel von je 750 m² Heizfläche, die 30 ··· 35 t/h, im Spitzenbetriebe sogar bis zu 40 t/h Dampf erzeugen. Das Speisewasser wird durch Abzapfdampf auf 90 ° vorgewärmt. Der Dampfdruck beträgt 22 atü, die Überhitzungstemperatur 400 °. Der verhältnismäßig niedrige Druck wurde mit Rücksicht auf die Eigenart dieser Braunkohle und die höheren Anlagekosten bei Verwendung von Hochdruckdampf gewählt. Infolge des hohen Wassergehaltes, des niedrigen Heizwertes und der niedrigen Verbrennungstemperatur (höchstens 1000 °) mußten Roste von großen Abmessungen gewählt werden. Die Kessel besitzen eine Breite von 10,80 m, eine Tiefe von 11,80 m und eine Höhe von 10,50 m und sind demnach im Vergleich zu anderen Kesseln als ungewöhnlich zu bezeichnen. Man entschloß sich für deutsche Kessel, Bauart Fränkel-Viebahn, da man keine eigenen Versuche anstellen wollte, zumal in Deutschland auf diesem Gebiete größere Erfahrungen vorlagen. Die Verbrennung wird durch Einblasen von in Ljungström-Vorwärmern vorgewärmter Luft gesichert. Die Ventilatoren für den Kaminzug lassen sich durch ihre Antriebsmotoren auf 490 bzw. 575 bzw. 727 U/min einstellen, so daß der Kaminzug der Verbrennung angepaßt werden kann. Zwei Turbogeneratoren von 12 500 kW geben dem Kraftwerk eine Leistung von 25 000 kW. Die Turbogeneratoren laufen mit 3000 U/min um. Der Dampfdruck beträgt bei seinem Eintritt in die Turbinen 18 atü bei einer Temperatur von 375 °. Ferner sind vorhanden zwei elektrische Speisepumpen, eine Turbohilfspumpe, Einrichtungen für die Destillation des Speisewassers, ferner zwei Umformer nebst den dazugehörigen Anlagen. (Chaleur et Ind. Bd. 15, H. 167, S. 297.) *Kp.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Die Bestimmung des Fehlerortes bei Erdschlüssen. — Die Pennsylvania Kraft- und Licht-Gesellschaft in Hazleton hat ein Verfahren entwickelt, um den Fehlerort bei Erdschlüssen auf einer Ringleitung festzustellen, nachdem mehrere Typen von Impedanz- und Reaktanzrelais unbefriedigende Ergebnisse lieferten. Bei den Untersuchungen wurde festgestellt, daß die Größe der Impedanzen, von denen der Erdschlußstrom abhängig ist, durch Schaltvorgänge selten beeinflußt wird. Ferner muß die Summe der Teil-Erdschlußströme (I_A und I_B in der Abb. 2) bei einer von beiden Enden gespeisten Leitung oder einer Ringleitung gleich dem Erdschlußstrom I an der Fehlerstelle sein. Wenn die Spannung in den Werken A und B gleich groß ist, ist $I_A \cdot l_B = l_B \cdot l_A$, worin l einen Abschnitt auf der Leitung bedeutet, die eine einheitliche Bauweise haben soll. Daraus folgt: $l_A = I_B/I \cdot l$ und $l_B = I_A/I \cdot l$. Darin ist l, die Gesamtlänge, eine Konstante: Der Fehlerort kann also aus dem Verhältnis der Ströme ermittelt werden, wie der untere Teil der Abbildung erkennen läßt.

Die Fehlerortskurve ist, solange die Leitung einheitlich gebaut ist und nicht durch parallel zu ihr führende Leitungen beeinflußt wird, eine Gerade. Die Kurve kann man berechnen, wenn man die in Betracht kommenden Abmessungen kennt, oder durch Versuche ermitteln, d. h. durch zwei oder mehrere Erdschlüsse an Stellen, deren Entfernungen von den Stationen bekannt sind. Im letzteren Falle verwendet man die Stromwandler und Instrumente, welche später zur Bestimmung des Fehlerortes benutzt werden sollen, und vermeidet so Ungenauigkeiten, die durch die Berechnung oder durch die Eigenschaften der Stromwandler und Strommesser entstehen können. Aus den oben erwähnten Gleichungen geht bereits hervor, daß die Strecken l_A und l_B mit der Genauigkeit ermittelt werden, mit welcher das Verhältnis der Ströme bestimmt wurde. Deshalb muß bei der Auswahl und der Unterhaltung der Strommesser viel Sorgfalt aufgewendet werden.

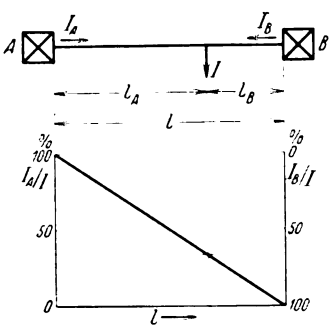


Abb. 2. Diagramm zur Bestimmung des Fehlerortes.

Es wurden verschiedene Arten von Instrumenten, nämlich schreibende Strommesser, Oszillographen und Strommesser mit photographischer Aufzeichnung verglichen. Alle zeigten gute Übereinstimmung, so daß in der Praxis schreibende Strommesser verwendet werden können. Die Messungen und damit die Ortsbestimmung sind auf etwa 10 % genau. Wichtig ist, daß alle Strommesser zu genau der gleichen Zeit registrieren, bevor ein Ölschalter ausgelöst hat; denn durch die Abschaltung einer Strecke wird ein neuer Zustand geschaffen, der andere Fehlerortskurven erfordert.

In der Originalarbeit sind einige Meßergebnisse auf der 220 kV-Leitung Pennsylvania—New Jersey angegeben, auf die hier nur hingewiesen werde. Interessant ist, daß von 43 Fehlern in den Jahren 1931 und 1932 auf eine nicht durch Blitzseil geschützte Strecke 33 Fehler entfielen, also 76,6 %, trotzdem diese Leitung nur 17,8 % der gesamten Länge ausmacht. Bei etwa 80 % aller Fehler konnte der Ort bestimmt werden. Der wirkliche Fehlerort war von dem berechneten nicht mehr als 3 km entfernt, so daß sich Störungstrupps leicht richtig ansetzen lassen. Das Verfahren, durch das also eine erhebliche Ersparnis an Personal erzielt wird, kann bei Wechsel- und Drehstrom angewendet werden, vorausgesetzt, daß nur ein einziger Fehler aufgetreten ist. (W. F. Dunkle und J. S. De Shazo, Electr. Engng. Bd. 53, S. 258.) *Btw.*

Beleuchtung.

Ist das Lumineszenzlicht geeignet, die Glühlampenbeleuchtung zu ersetzen? — G. Bette gibt einen Bericht über die Entwicklung des Lumineszenzlichtes von den Geißler-Röhren an bis zur Natriumdampflampe. Es werden Zahlen über die Lichtausbeute bei verschiedener Gasfüllung sowie über den günstigsten Druck bei den benutzten Gasen angeführt und die unter Umständen auftretenden stroboskopischen Effekte besprochen. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit bestehen für die Lumineszenzlampen weit größere Möglichkeiten als für die Leuchtdraht-Glühlampe. Nach dem Verfasser erhält man bei der neuen „Philora"-Dampflampe für den gleichen Wattverbrauch einen vier- bis fünfmal größeren Lichtstrom. Da ferner die Unterschiedsempfindlichkeit des Auges bei monochromatischem Natriumlicht viermal größer sein soll als bei Glühlampenlicht, so ergibt sich eine 16- bis 20mal stärkere Wirksamkeit bei der Natriumdampflampe. Die mangelhafte Wiedergabe der Farben spielt nach dem Verfasser keine besondere Rolle, da bei der künstlichen Beleuchtung die Farben — besonders bei niedrigen Beleuchtungstärken — immer nur entstellt wiedergegeben werden; eine Tatsache, die uns nur infolge langjähriger Gewohnheit nicht bewußt wird. Bei monochromatischem Natriumlicht hat man es, ebenso wie in der Photographie, lediglich mit Unterschieden von Hell und Dunkel zu tun, und das Auge leidet hierunter in keiner Weise.

Zu diesen Ausführungen über die Farbenwiedergabe ist nach Ansicht des Berichters folgendes zu bemerken: Es ist verständlich, wenn in neuerer Zeit immer wieder versucht wird, das monochromatische Licht als besonders geeignet für den Sehvorgang hinzustellen; man kommt aber damit um die Tatsache nicht herum, daß die Natur unserem Auge nirgends monochromatische Beleuchtung zumutet. Gerade der Hinweis auf das photographische Bild zeigt ja, daß es mit den Unterschieden von Hell und Dunkel allein nicht getan ist, denn ohne Grund hat man sich seit den Anfängen der Lichtbildkunst nicht so eifrig bemüht, auch die Farben im Bilde wiederzugeben. Die Natriumlampe kann daher wohl nur für gewisse Fälle der Außenbeleuchtung in Frage kommen. (G. Bette, Bull. Soc. belg. Électr. Bd. 50, S. 109.) *Vg.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Elektrisierung der französischen Bahnen in Afrika. — Gegen Ende 1933 ist eine Probefahrt einer elektrischen Lokomotive auf der marokkanischen Strecke Casablanca—Marrakesch mit Erfolg durchgeführt worden[1]). Inzwischen wird der durchgehende elektrische Betrieb zwischen den genannten Städten für den Personenverkehr aufgenommen worden sein, während der Güterverkehr nach wie vor mit Dampflokomotiven durchgeführt werden soll. Da die Dampfeisenbahn zwischen Udscha und Fez ebenfalls gegen Ende 1933 durch den letzten Abschnitt Tasa—Fez fertiggestellt worden ist, können nunmehr durchgehende Züge von Tunis bis Marrakesch (2750 km) verkehren. (Ztg. Ver. mitteleurop. Eisenb.-Verw. Bd. 74, S. 453.)

[1]) Vgl. ETZ 1930, S. 1341 (Karte).

Digitized by Google

Elektrisierung der Schwedischen Staatsbahn. — Die Elektrisierungsarbeiten schreiten programmäßig vorwärts[1]). — Für die Aufnahme des elektrischen Betriebes sind folgende Zeitpunkte in Aussicht genommen: 1. X. 1934 Örebro—Krylbo; 1. I. 1935 Stockholm—Krylbo; 1. I. 1935 Malmö—Ängelholm; 1. VII. 1935 Ängelholm—Halmstad; 1. XI. 1935 Krylbo—Bollnäs; 1. XII. 1935 Laxå—Kristinehamn; 15. XII. 1935 Veinge—Hässleholm; 1. IV. 1936 Bollnäs—Ånge; 1. VII. 1936 Ängelholm—Hälsingborg; 1. X. 1936 Södertälje—Eskilstuna; 1. XII. 1936 Halmstad—Göteborg; 1. I. 1937 Kristinehamn—Charlottenberg; 1. VII. 1937 Uppsala—Gävle. (Ztg. Ver. mitteleurop. Eisenb.-Verw. Bd. 74, S. 716.) *n*

Fernmeldetechnik.

Ein neues Gerät zum Prüfen von Rundfunkempfängern. — Rundfunkhändler und kleine Laboratorien waren bisher darauf angewiesen, zu ihren Prüfungen an Rundfunkgeräten die aus ihrer Antenne kommenden mehr oder weniger konstanten Hochfrequenzenergien zu benutzen. Vielfach wurden auch kleine Hilfsender selbst zusammengebastelt, die jedoch bezüglich Eichung und Konstanz fast immer viel zu wünschen übrig ließen. Die Lücke soll ein kleiner Prüfsender mit genau definierten elektrischen Eigenschaften ausfüllen, den die Siemens & Halske AG. unter dem Namen „Empfänger-Prüfgenerator" herausgebracht hat. Der Prüfgenerator gestattet die Einstellung jeder Frequenz zwischen 107 und 1500 kHz, entsprechend 2800 ··· 200 m Wellenlänge (Erweiterung bis zu 15 m in Vorbereitung). Er liefert modulierte Hochfrequenzspannungen, die zwischen 10 μV und 100 mV einstellbar sind, um die Feldstärken ferner oder naher Sender nachbilden zu können. Die Modulationsfrequenz beträgt gemäß einer für Rundfunkempfänger-Prüfungen getroffenen internationalen Vereinbarung 400 Hz bei einem Modulationsgrad von etwa 30 %. Eine weitere internationale Vereinbarung setzt für die künstliche Empfangsantenne die Werte $C = 250$ pF, $L = 0{,}02$ mH und $R = 50\,\Omega$ fest; eine solche Antenne ist gleichfalls in den Prüfgenerator eingebaut. Mit dem Gerät können außer der Skaleneichung des Empfängers alle wichtigen Untersuchungen vorgenommen werden, z. B. Aufnahme von Kurven über die Empfangsempfindlichkeit, die Fadingreglung, die Aussteuerung usw. Einige Beispiele solcher Kurven sind der Mitteilung beigefügt. Die Einzelteile des Geräts sind sorgfältig aufgebaut, gegeneinander geschirmt und in einem handlichen Kästchen untergebracht. Der Hochfrequenz- und Tonfrequenzkreis dieses kleinen Senders wird aus einem Netzanschlußteil, der für übliche Netzspannungen von 110 ··· 240 V bei 50 Hz umschaltbar ist, mit Strom versorgt. Es braucht also nur der Netzanschlußstecker in eine Steckdose gesteckt zu werden, um am Ausgang des Empfänger-Prüfgenerators modulierte Hochfrequenzspannungen zu erhalten. (Siemens-Z. 1934, S. 395.) *O. B.*

Eingrenzung von Bleimantelfehlern in Fernsprechkabeln durch Luftdruck. — Fehler in den Bleimänteln der Fernsprechkabel verursachen ein fortschreitendes Eindringen von Feuchtigkeit in das Innere des Kabels und infolgedessen eine Verringerung des Isolationswertes. Um solche Fehler zu erkennen, noch ehe sie elektrisch meßbare Werte erreichen, unterzieht man die Bleikabelmäntel Dichtigkeitsprüfungen, indem man das Innere des Kabels während einer gewissen Zeit einem Luftdruck von einigen Atmosphären aussetzt und dabei mittels eines Manometers den im Kabel herrschenden Luftdruck beobachtet. Fehler werden an einem fortschreitenden Abfallen des Manometerstandes erkannt. Aus dem Manometerausschlag kann man auf die Lage der undichten Stelle im Bleimantel schließen. Das Kabel wird von seinen beiden Enden aus mit verdichteter Luft unter Druck gesetzt. Die Luftmenge, die durch eine Fehlerstelle entweicht, muß von beiden Enden des Kabels aus wieder ersetzt werden; bei konstantem und gleichem Luftdruck an beiden Kabelenden entweicht die Luft auf den beiden Strecken zwischen Fehlerort und Kabelenden im umgekehrten Verhältnis zum Strömungswiderstand. Nimmt man an, daß der Strömungswiderstand in einem luftisolierten Fernsprechkabel der Kabellänge praktisch proportional ist, so kann man aus dem Verhältnis der von beiden Kabelenden ankommenden Luftmengen unmittelbar auf das Verhältnis der Entfernungen zwischen Fehlerort und Kabelenden schließen. Wenn der Luftdruck in beiden Behältern nicht konstant erhalten wird, so ergibt sich infolge des Luftabflusses innerhalb des Kabels in jedem der beiden Behälter ein Druckverlust. Das Verhältnis der Druckverluste in den beiden Behältern kann ebenfalls zur Bestimmung des Fehlerorts benutzt werden.

Im ersten Fall wird der Fehlerort durch Messen der Luft m e n g e n bestimmt, die aus den beiden Behältern in das Kabel abfließen; im zweiten Fall durch Messen der Druckverluste in den an beiden Kabelenden angeschlossenen Behältern. Die durch das Kabel fließenden Luftmengen werden mit einem Gasmesser, die Druckverluste in den Druckluftbehältern mit einem Manometer gemessen. Wenn der Fehler nur sehr klein und infolgedessen die Luftmenge sehr gering ist, ergibt das Messen mittels Gasmessers ungenaue Werte. Man kann in diesem Falle das Ergebnis verbessern, indem man zwischen dem Luftdruckbehälter und dem Kabelende eine „künstliche Verengung" einschaltet und den Druckabfall mißt, den die durchgehende Luftmenge an dieser Stelle erleidet. Bei der laufenden Überwachung der in Betrieb befindlichen Kabel nach diesem Verfahren ist es zweckmäßig, aufzeichnende Manometer und Alarmeinrichtungen vorzusehen, die das Personal sofort von auftretenden Fehlern im Kabel unterrichten. (Rev. Téléph. Télégr. Bd. 11, S. 751.) *Hrr.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Behandlung von Abschirmungsaufgaben durch ein Näherungsverfahren. — Das in dieser Zeitschrift[1]) zur Bestimmung des Einflusses eines Abschirmungszylinders auf die Verluste und die Induktivität einer eisenlosen Spule benutzte Näherungsverfahren durch Zerlegung wird weiter entwickelt. Der den Längsquerschnitt Q cm² besitzende Zylinder wird in 2 p Teile geteilt. Der im ν-ten Zylinderteil fließende Strom ist $i_\nu = -I_s\,\Delta_\nu/\Delta = -I_s\,(i'_\nu + j\,i''_\nu)$. Die Zusatzverluste im Zylinder werden durch $\omega\,10^{-9}\,D_z\,C\,I_s^2\,\Sigma\,\Delta_\nu^2/\Delta^2$, die Induktivitätsabnahme der Spule durch $D_z\,\Sigma\,\mathfrak{M}_\nu\,i''_\nu$ ausgedrückt, wobei ω die Kreisfrequenz, D_z den Zylinderdurchmesser, I_s den Spulenstrom, $D_z\,\mathfrak{M}_\nu$ die Gegeninduktivität zwischen dem ν-ten Zylinderteil und der Spule und $C = 2\,\pi\,p\,10^5\,\varrho/\omega Q$ einen Zahlenfaktor bedeuten; ϱ ist der spez. Widerstand des Zylindermaterials. Die Determinanten Δ und Δ_ν sind durch die Summen $\Delta = T_1 - jCT_2 - C^2T_3 + jC^3T_4 + \cdots$ und $(-1)^{\nu-1}\,\Delta_\nu = \mathfrak{M}_1 S_{1\nu} - \mathfrak{M}_2 S_{2\nu} + \cdots$ ausgedrückt. Die Koeffizienten T und S sind nur von der Zylinderform abhängig und werden zahlenmäßig für verschiedene Zylinderformen angegeben, wodurch die Berechnung in jedem gegebenen Falle erleichtert ist. Je größer C ist, desto kleiner ist die axiale Stromverdrängung im Zylinder. (J. H a k , Hochfrequenztechn. Bd. 43, S. 76.) *Sb.*

Elektronenoptische Stromverteilung in steuerbaren Elektronenröhren. — Den in steuerbaren Elektronenröhren (z. B. Verstärkerröhren, Senderöhren) fließenden Strom stellte man sich bisher vielfach als Fluß eines mehr oder weniger verdünnten homogenen Mediums (des „Elektronengases") von der Kathode durch die Steuerelektroden zur Anode vor. Faßt man die Stromverteilung innerhalb des Elektrodenraumes (senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der Elektronen) als elektronenoptisches Problem[2]) auf, so ließe die Form der an den Gitteröffnungen und im Elektrodenraum sich ausbildenden Niveauflächen des elektrischen Feldes das Auftreten einzelner begrenzter Strahlbündel erwarten, wenn nicht die Abstoßkräfte der Elektronen, die bei der relativ niedrigen Geschwindigkeit und relativ großen Stromdichte in Elektronenröhren be-

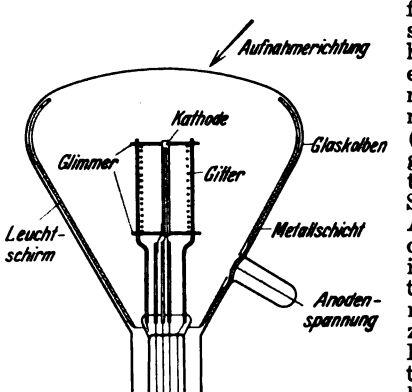


Abb. 3. Elektronenröhre zur Sichtbarmachung der Stromverteilung durch Fluroeszenz (Schnitt).

[1]) ETZ 1934, S. 811 (Karte).

[1]) ETZ 1933, S. 123 u. 152.

[2]) Vgl. K n o l l u. R u s k a , Ann. Physik Bd. 12, S. 607 (1932); Z. Physik Bd. 78, S. 318 (1932); B r ü c h e u. J o h a n n s o n , Naturwiss. Bd. 20 S. 353 (1932); ETZ 1933, S. 1122; 1934 S. 659.

Digitized by Google

sonders groß sind, starke Abweichungen von der optischen Bahn der Einzelstrahlen bedingen. Zur Entscheidung dieser Frage wurden Elektronenröhren gebaut, welche die unmittelbare Beobachtung der Stromverteilung durch Fluoreszenzleuchten auf der Anode (Abb. 3) oder durch Gasanregung ermöglichen. Die Beobachtungen ergeben folgendes:

1. Auch bei den mit relativ niedrigen Spannungen betriebenen steuerbaren Elektronenröhren erfolgt der Stromübergang in Form einzelner Bündel, welche auf der Anode eine Reihe typischer Stromverteilungsbilder hervorrufen (z. B. Abb. 4).

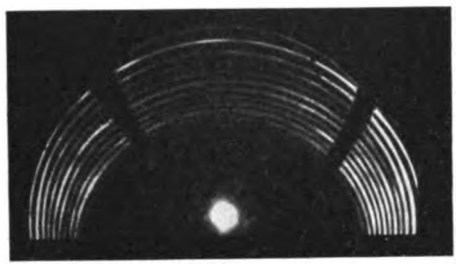


Abb. 4. Stromverteilung auf der Anode der Röhre Abb. 3 bei $\frac{u_{st}}{u_a} = 0{,}34$.

2. Querschnitt und Form der Bündel hängen stark von den Gitter- und Anodenspannungen ab.
3. Jedes der typischen auf der Anode entstehenden Stromverteilungsbilder kann durch verschiedene Gitter- und Anodenspannungen hervorgerufen werden. Für gleiches Anodenbild (also gleiche Brennweite der elektronenoptischen Systeme der Gitteröffnungen) ist das Verhältnis der Steuerspannung u_{st} zur Anodenspannung u_a konstant, also

$$\frac{u_{st}}{u_a} = \frac{u_g + D\,u_a}{u_a} = \text{const.}$$

(D Durchgriff der Elektronenröhre.)

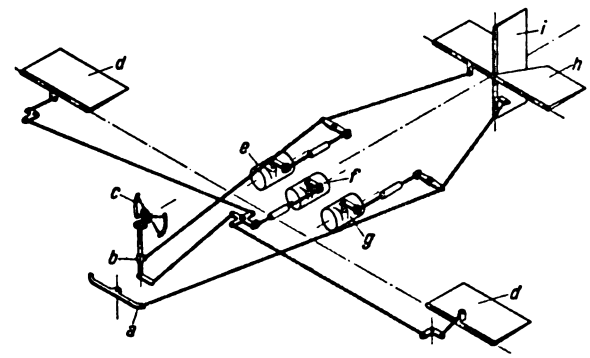
4. Daraus folgt, daß (innerhalb gewisser durch die Apparatur und durch die Abstoßkräfte der Elektronen bei hohen Strömen und niedriger Elektronengeschwindigkeit gegebener Grenzen) auch die äußere Gestalt der Strahlbündel für ein bestimmtes Elektrodensystem nicht von der Absoluthöhe der Gitter- und Anodenspannung, sondern nur vom Verhältnis u_{st}/u_a abhängt.
5. Durch den Umgriff der Anode um das Gitter können eng begrenzte Strahlbündel entstehen, welche auf benachbarte Glaswände auftreffen. Es läßt sich unmittelbar beobachten, auf welchem Wege die Primärelektronen bzw. an der der Glaswand ausgelösten Sekundärelektronen zur Anode zurückkehren.

(M. Knoll u. J. Schloemilch, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 8, S. 507.)

Verschiedenes.

Der Siemens-Autopilot. — Vom Jahre 1910 an haben sich Erfinder fast aller Länder der Welt damit beschäftigt, eine Einrichtung zu schaffen, mit deren Hilfe es möglich war, ein Flugzeug selbsttätig zu stabilisieren und zu steuern. Nachdem im Ausland schon verschiedene Typen solcher Selbststeueranlagen erprobt und eingeführt waren — in England der „Smith George", in Amerika der „Sperry" —, sind nun auch die Siemens-Werke (Siemens Apparate und Maschinen G. m. b. H.) mit ihrem Autopiloten, d. h. selbsttätigen Piloten, an die Öffentlichkeit getreten[1]). Im Gegensatz zu den ausländischen ist dieses Gerät vollselbsttätig und arbeitet um alle drei Ruderachsen; es stabilisiert auf Kurs, Höhe und Querlage. Außerdem fliegt der Autopilot auch selbsttätig Kurven, wobei alle drei Ruderflächen sinngemäß betätigt werden. Selbstverständlich müssen bei einer selbsttätigen Steueranlage — mag sie noch so vollkommen arbeiten — die für den normalen Flug benötigten Instrumente ebenfalls herangezogen werden. So wird zur Kurshaltung ein Kompaß gebraucht (hier ist er allerdings an einer magnetisch günstigen Stelle, z. B. am Rumpfende, also außerhalb des Einflußbereichs der Motoren eingebaut), zur Geschwindigkeitsmessung ein Staudruckmesser und zur Haltung der Querlage ein Querneigungsmesser.

Ein Blick auf Abb. 5 läßt sofort erkennen, auf welchem Prinzip der Siemens-Autopilot beruht: die bisher vom Flugzeugführer auszuführende Bedienung der Steuerflächen wird durch Maschinen übernommen, die sog. Rudermaschinen. Es gibt deren drei, eine für das Seitenruder, eine für das Höhenruder und eine für das



a Seitensteuerhebel	*f* Rudermaschine für Querruder
b Steuersäule	*g* Rudermaschine für Seitenruder
c Handrad	*h* Höhenruder
d Querruder	*i* Seitenruder
e Rudermaschine für Höhenruder	

Abb. 5. Wirkungsweise des Siemens-Autopiloten.

Querruder. Ehe auf die elektrischen bzw. mechanischen Übertragungsvorgänge eingegangen wird, soll kurz der Aufbau einer Rudermaschine geschildert werden. Alle drei Rudermaschinen sind im Grundsätzlichen gleichartig aufgebaut. Sie bestehen aus drei Hauptgliedern (Abb. 6):

aus einem Drehmagneten, der die Richtwerte des Fernkompasses bzw. des Querlagemessers bzw. des Staudruckmessers auf die Rudermaschine überträgt,
aus dem doppeltwirkenden Arbeitszylinder, der nach dem altbewährten Dampfmaschinenprinzip arbeitet, mit den dazugehörigen Steuerventilen,
aus einem gefesselten Kreisel als Dämpfungsglied.

Die von den Richtgebern ausgehenden Steuerimpulse beeinflussen jeweils einen dazugehörigen Stromkreis, in dem der Drehmagnet liegt, dem seinerseits wieder ein Dämpfungskreisel zugeordnet ist. Der Drehmagnet steuert ein Regelventil, das den Zustrom des Drucköls zum Arbeitszylinder regelt. Das Ganze ist also gewissermaßen ein elektro-hydraulisches Relais.

Der Erläuterung der elektrischen Fernsteuervorgänge soll Abb. 7 dienen, die die Rudermaschine für das Seitenruder mit dem dazugehörigen Richtgeber, dem Fernkompaß, darstellt. An Hand dieser Abbildung soll der Vorgang etwas eingehender geschildert werden: Der Fernkompaß ist ein mit einem Elektrolytsystem verbundener Magnetkompaß. Seine Richtmomente werden in Gestalt von elektrischen Impulsen einerseits auf Drehmagnet und Wendezeigerkreisel der Rudermaschine, anderseits auf ein Anzeigegerät im Instrumentenbrett, den Kurszeiger, übertragen. Zur Erzielung möglichst starker Richtmomente ist der Fernkompaß mit zwei Magnetnadeln ausgerüstet, die in einem Kessel nebeneinander leicht drehbar gelagert sind. Zur Verringerung der Reibung werden sie durch einen Schwimmer entlastet, der in einer leitenden Flüssigkeit schwimmt. Kessel und Schwimmer sind gleichzeitig Träger der festen und beweglichen Elektroden eines Elektrodensystems. Da die Magnetnadeln stets ihre Nord-Süd-Stellung beibehalten, werden bei einer Auslenkung bzw. Abweichung vom Kurs die Widerstände des Elektrolytsystems mehr oder weniger verstimmt. Sie liefern dann einen Strom, der proportional der Auslenkung der Magnetnadeln ist. Durch eine Wirbelstromdämpfung sowie durch die Reibung der leitenden Flüssigkeit im Kompaßkessel wird ein außerordentlich ruhiges Einschwingen und damit ein weicher Resonanzvorgang erzielt.

Der Fernkompaß gibt aber gewissermaßen nur Hauptrichtwerte ab, gemessen an denen, die vom Wendezeigerkreisel ausgehen. Letzterer übernimmt damit

[1]) Das Gerät der Siemens-Werke fußt ursprünglich auf einer Erfindung des Kapitäns Boykow, ist dann aber von Dipl.-Ing. Fischel sowohl theoretisch als auch praktisch-fliegerisch auf neuen Wegen durchkonstruiert worden.

Digitized by Google

Dämpfung und Ausgleich der kleinen augenblicklichen Störeinflüsse; sein Ausschlag ist proportional der Winkelgeschwindigkeit des Flugzeuges um die Hochachse. Er liegt, örtlich vom Fernkompaß getrennt, unmittelbar in der Rudermaschine (s. Abb. 7).

In ähnlicher Weise, wie dies eben für die Kursstabilisierung beschrieben war, geht die Stabilisierung des Flugzeuges um die Längsachse, d. h. also der Querruderflächen, vor sich. Die Steuerimpulse zur Aufrechterhaltung der Querstabilität gehen von einem Querpendel aus, dem ebenfalls ein gefesselter Kreisel zur

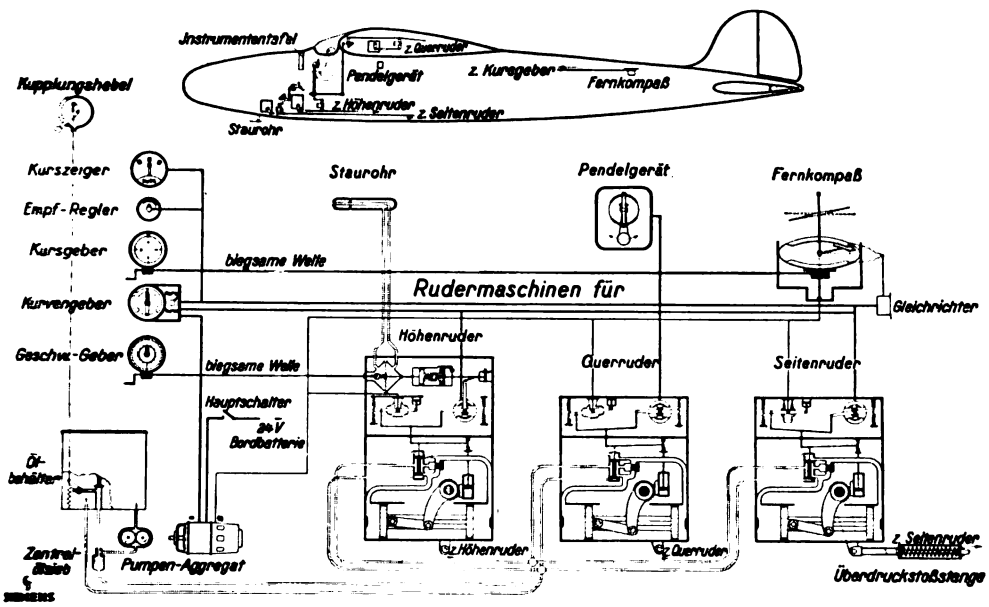


Abb. 6. Grundplan und Schaltbild der drei Rudermaschinen. Linke Instrumentenreihe: Kommandogeber.

Dämpfung zugeordnet ist. Auch der elektrische Vorgang ähnelt dem bei der Seitenrudersteuerung: Bei Auslenkung des Pendels aus der Nullage fließt in einem Widerstandssystem ein Strom, der proportional der Querneigung des Flugzeuges zu dessen Lotrichtung ist; dieser Strom bestimmt den zur Einhaltung der Fluglage notwendigen Ruderausschlag.

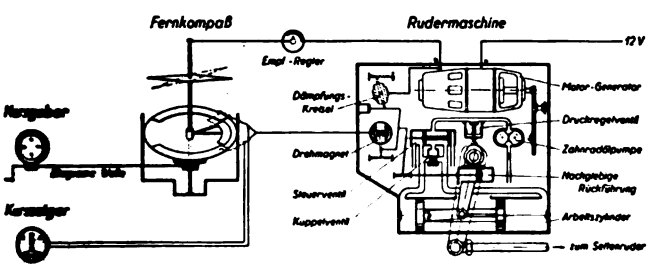


Abb. 7. Schaltbild einer Rudermaschine der selbsttätigen Kurssteueranlage mit dem dazugehörigen Kommandogeber, dem Fernkompaß.

Die Stabilisierung und selbsttätige Steuerung um die Querachse wird beim Siemens-Autopiloten — im Gegensatz zu den eingangs erwähnten ausländischen Systemen — durch Regelung der Geschwindigkeit erreicht, und zwar mit Hilfe des Höhenruders. Das dazu gehörige Geschwindigkeitsmeßgerät ist eine Staudruckdüse, die über eine pneumatische Leitung den gemessenen Wert auf eine Meßdose und von da mechanisch auf den Drehmagneten überträgt. Wird die Längsstabilität gestört, so drückt sich dies durch eine Geschwindigkeitsänderung aus, die wiederum über die Rudermaschine in eine Änderung der Längslage umgesetzt wird. Das Flugzeug reagiert also durch Steigen oder Gleiten.

Es ist in diesem kurzen Rahmen leider nicht möglich, auf weitere Einzelheiten einzugehen. Auch der selbsttätige Kurvenflug kann nur kurz gestreift werden. Die gewünschte Kurvenlage muß natürlich vom Flugzeugführer eingestellt werden. Dafür steht der Kurvengeber zur Verfügung, der die Wahl von sechs verschiedenen Neigungen ermöglicht. Eine Schräglage bis zu 35 ° kann für den Kurvenflug ausgenutzt werden. Der selbsttätige Kurvenflug ist besonders bei Nebel und nachts von unschätzbarem Wert. Auf diesem Gebiet ist der Autopilot dem Menschen glatt überlegen. Er meistert den Kurvenflug bei jedem Wetter. *os*

Energiewirtschaft.

Die staatlichen Kraftwerke Schwedens im Jahre 1933. — Auch im Jahre 1933 war die Tätigkeit der staatlichen Kraftwerke durch die wirtschaftliche Konjunktur wenig beeinflußt. Dagegen hat der seit Mitte August einsetzende und bis zum Jahreswechsel gestiegene Wassermangel Spuren hinterlassen. In der eigenen Dampfzentrale Västerås wurden 88 Mill kWh erzeugt, aus den gekuppelten Wasser- und Wärmekraftwerken 82 Mill kWh bezogen. Bei einem Buchwert von 193 (190) Mill RM[1]) stieg der Ertrag auf 5,68 % (5,53 %).

Die installierte Generatorleistung erhöhte sich auf 414 000 (406 000) kW, die Stromlieferung auf 1800 (1595) Mill kWh. Der Durchschnittspreis je kWh ging um 2 % zurück, und zwar auf 1,25 Pf. Nach dem Verwendungszweck und unter Einrechnung der geschätzten Übertragungsverluste verteilt sich die Stromlieferung wie folgt:

	Mill kWh		
	1931	1932	1933
bürgerliche Zwecke	630	690	800
Bahnbetriebe	160	145	190
große Papierfabriken, Gruben	440	455	530
elektrochemische u. elektrothermische Industrie	285	210	250
elektrische Dampferzeugung	90	95	30
insgesamt	1605	1595	1800

An die Landwirtschaft wurden etwa 60 (57) Mill kWh bei rund 581 000 ha elektrisiertem Ackerboden und nach einem Durchschnittspreis von 4,6 (4,7) Pf/kWh geliefert. Die Länge der eigenen Hochspannungsfernleitungen über 1,5 kV erhöhte sich auf 7422 (7150) km, die Zahl der Unterwerke auf 1048 (1008).

Im Kraftwerk Västerås wurden im Berichtsjahr zwei Kessel für Kohlenstaubfeuerung eingerichtet. Das Kraftwerk Vargön wurde mit einer Maschineneinheit in Betrieb genommen. Das Kraftwerk Sillre wurde ebenfalls ausgebaut einschl. Pumpenanlage. Sonntags wird Wasser aus dem Indalsälv in den Oxsjön (Binnensee) mittels Stromes aus dem Kraftwerk Norrfors gepumpt. Die Abnahmeversuche ergaben Wirkungsgrade von 90 % für die Wasserturbine bzw. 86 % für die Pumpe im Kraftwerk Sillre. Der Bau des neuen Kraftwerkes Malfors wurde fortgesetzt.

Anläßlich des 25jährigen Bestehens der Kgl. Wasserfallverwaltung am 1. I. 1934 hat diese Behörde eine Denkschrift mit einer Übersicht der Unternehmertätigkeit des Staates auf diesem Gebiete sowie Aufsätze über die Entwicklung verschiedener Fragen herausgegeben[2]). Außer einer geschichtlichen Darstellung des Werdeganges findet man hier u. a. einen Rückblick über den elektrischen Ausbau. In kurzen Abschnitten werden die Übertragungsspannungen, die Wahl der Frequenz, der Stromart für die Vollbahnelektrisierung, die zentrale Stromerzeugung, der dezentralisierte Ausgleich der Phasenverschiebung, die Spannungsregelung, die Kupplung von Kraftwerken und viele Einzelfragen der Ausführung behandelt. Auf das reichhaltige Material kann hier nicht näher eingegangen

[1]) 1 RM = 1,50 schwed. Kr.

[2]) Kungl. Vattenfallsstyrelsen 1909···1934. En återblick på tjugufem års verksamhet. Centraltryckeriet Stockholm 1934, 282 S., 4: 0.

Digitized by Google

werden. Erwähnt sei nur, daß die Spannungsregelung durch Windungschalter in den Umspannwerken wahrscheinlich zuerst in Schweden eingeführt wurde. Besondere Aufmerksamkeit widmete die Behörde der Frage der Hängisolatoren, wovon viele Kreise Nutzen gezogen haben. In anderen Abschnitten werden „Die Dampfkraft als Konkurrenz und als Ergänzung zur Wasserkraft", „Die Entwicklung der Stromtarife in den Staatlichen Kraftwerken", „Die Entwicklung der Wasserkrafttechnik während des jüngsten Vierteljahrhunderts" näher beleuchtet. Ferner wird über die Grundstücksverwaltung, über die finanziellen Verhältnisse und über das Personal berichtet. Die Schrift enthält eine reichliche Anzahl vorzüglicher Abbildungen und Schaulinien. *Hldn.*

Elektrizitätswirtschaftliche Fortschritte in Südafrika. — Der kürzlich veröffentlichte Zehnte Jahresbericht der Electricity Supply Commission of South Africa, in deren Händen die südafrikanische Groß-Elektrizitätsversorgung liegt, läßt wieder eine raschere Zunahme des Elektrizitätsbedarfs erkennen.

Zahlentafel 1. Absatz der Electricity Supply Commission.

Jahr	nutzbare Stromabgabe Mill kWh	Veränderung gegenüber dem Vorjahr in %
1926	161,8	
1927	551,0	+240,1
1928	627,9	+ 13,9
1929	797,0	+ 26,9
1930	889,6	+ 11,6
1931	867,1	— 2,6
1932	890,7	+ 2,7
1933	974,1	+ 9,3

Die fünf großen nicht miteinander verbundenen Erzeugeranlagen sind das Colenso-Werk im Natal-Central-Gebiet, das Witbank-Werk, das Kraftwerk am Salt River, das Congella-Werk, das ausschließlich das Elektrizitätswerk von Durban beliefert — durchweg Dampfkraftwerke — sowie das Wasserkraftwerk Sabie. Insgesamt hat sich 1933 bei diesen Unternehmungen die Bahnstromabgabe von 112,46 auf 120,58, die unmittelbare Abgabe an Haushaltungen von 1,64 auf 2,16, die Stromabgabe an Großverteiler (Gemeindewerke) von 716,09 auf 784,20 und die unmittelbare Stromabgabe an Industrie- und Bergwerksunternehmungen von 60,55 auf 67,19 Mill kWh erhöht.

Zahlentafel 2. Die südafrikanischen Großkraftwerke 1932 ··· 1933.

Name des Werks	Maschinenleistung kW	Belastungsfaktor 1933 in %	Erzeugung 1933 Mill kWh	nutzbare Stromabgabe Mill kWh 1932	1933
Natal Central . .	60 000	48,2	124	100,29	109,19
Witbank	100 000	83,7	682	610,29	639,37
Kapstadt . . .	50 000	37,1	109	64,27	100,69
Durban.	48 000	43,3	128	109,81	118,54
Sabie	1 350	65,8	6	6,08	6,35

Im Jahre 1933 erhöhte sich die Maschinenleistung des Salt-River-Werks durch den Einbau eines weiteren Wechselstrom-Turbogenerators um 20 000 kW; inzwischen hat sich die Leistung dieses Werks um abermals 20 000 und die des Congella-Werks um ebenfalls 20 000 kW erhöht. Die Gesamterzeugung erreichte im Jahre 1933 1051 Mill kWh, so daß im Durchschnitt für die installierte Leistung die außerordentlich hohe Benutzungsdauer von fast 4060 h erreicht wurde. Der Kohlenverbrauch der Dampfkraftwerke stellte sich auf 860 000 t. Von dem insgesamt 1275 km langen Fernleitungsnetz entfallen 443 km auf 88 kV- und 403 km auf 33 kV-Leitungen.

Die Electricity Supply Commission, die auf Grund eines Gesetzes aus dem Jahre 1922 grundsätzlich ohne Gewinn und Verlust arbeitet, verzeichnet für 1933 bei einem Anlagevermögen von 8,64 Mill £ (rd. 112 Mill RM) Einnahmen und Ausgaben in Höhe von je etwa 1,17 Mill £ (rd. 15 Mill RM). (Electr. Rev., Lond., Bd. 113, S. 282; Bd. 115, S. 369.) *A. Fr.*

AUS LETZTER ZEIT.

Saarstrom für das Reich. — Die deutschen Elektrizitätswerke haben sich bekanntlich zur Abnahme von 400 Mill kWh Saarstrom verpflichtet[1]), und zwar ist dieses Abkommen auf 10 Jahre geschlossen und wird sofort nach der Rückgliederung in Kraft treten. Dieses Hilfswerk gewährleistet für die Saargruben die Unterbringung von 400 000 t Kohle im Jahr; gerade die sonst schwer unterzubringende Fein- und Abfallkohle kann für die Stromerzeugung ausgenutzt werden. Aber auch die deutsche Gesamtwirtschaft wird durch dieses Hilfswerk gefördert werden, denn zur Verteilung des Saarstromes über das Reich werden Erweiterungen und Neubauten von Leitungen notwendig, z. B. der Ausbau der Strecken Harbke—Lehrte, Harbke—Magdeburg und Magdeburg—Spandau.

Der 5000. Volksempfänger im Freistaat Danzig. — In Danzig ist kürzlich der 5000. Volksempfänger fertiggestellt und in einer kleinen Feier dem Gauleiter Forster übergeben worden. (Der Vertrieb des Volksempfängers erfolgt für Danzig durch das dortige Siemens-Büro.) Um die Selbstkosten, die in Danzig durch Zoll belastet sind, niedrig zu halten, wurden nur die Hauptbestandteile des Empfängers aus dem Reich bezogen und in der für diesen Zweck erweiterten Siemens-Werkstatt mit weiteren in Danzig gefertigten Einzelteilen zusammengebaut. Durch die Herstellung der Holzgehäuse konnte der Danziger Holzindustrie geholfen werden.

Umrichter für Bahnbetrieb. — Ende Dezember 1934 hat die Reichsbahn eine Versuchsumrichteranlage von 4300 kVA an die Firma Brown, Boveri & Cie., Mannheim, in Auftrag gegeben, die Drehstrom aus dem 110 kV Landesversorgungsnetz des Badenwerks in einphasigen Bahnstrom von 16⅔ Hz umformen soll. Die Anlage wird bei Pforzheim aufgestellt und speist über eine Fernleitung bei Stuttgart in das süddeutsche 110 kV-Bahnnetz. Der Umrichter arbeitet mit Schwingungskreis und ermöglicht elastischen Betrieb. Mit der Inbetriebnahme ist voraussichtlich im Winter 1935 zu rechnen.

Technische Prüfungsfahrt mit heimischen Kraftstoffen. — Auf Grund eines Beschlusses der zuständigen Stellen werden im Februar d. J. Fahrzeuge mit festen Treibstoffen (Generatorenbetrieb) und Fahrzeuge mit Diesel- und Dampfbetrieb, sofern sie mit heimischen Stoffen betrieben werden, eine sechswöchige Versuchsfahrt beginnen, um eine Reihe wichtiger Probleme und Fragen zu klären, die mit der Umstellung des Kraftverkehrs auf heimische Treibmittel entstanden sind. Die Fahrt wird sich auf über 20 000 bis 30 000 km erstrecken und teils auf der Avus, teils auf anliegenden Überlandstrecken sowie teilweise im Stadtgebiet durchgeführt werden, um möglichst alle im wirklichen Betrieb vorkommenden Verhältnisse erfassen zu können.

Kondensationsturbine für Japan. — In der AEG-Turbinenfabrik geht z. Z. nach siebenmonatiger Bauzeit eine Großturbine ihrer Vollendung entgegen, die für das Kraftwerk Nagoya (Japan) der Toho Electric Power Co. bestimmt ist. Es handelt sich um eine Kondensationsturbine von 35 000 kW - Leistung für Frischdampf von 400 ° C und 96 % Vakuum, Drehzahl 1800 U/min. Die Spannung des Generators beträgt 10 500/11 500 V bei 60 Hz, $\cos \varphi = 0{,}8$.

25 Jahre Elektrizitätswerk in Schleswig. — Auch in Schleswig führte die Frankfurter Elektrotechnische Ausstellung 1891 zu Erwägungen über den Bau eines Elektrizitätswerkes. Doch erst 1904 wurde der Plan endgültig genehmigt und nach mancherlei Zwischenverhandlungen im Jahre 1909 von der AEG durchgeführt. 1924 erfolgte der Anschluß an die Schleswig-Holsteinische Stromversorgungs-AG, und im Jahre 1927 wurde von weiteren Vergrößerungen des eigenen Werkes abgesehen und auf Strombezug umgestellt. Das Werk konnte also am 1. I. 1935 sein 25jähriges Bestehen feiern.

Neue Fernleitung in Ägypten. — Zwischen der bestehenden Hochspannungsleitung im Norddelta[1]) und den Pumpwerken Foua und Balomoan soll eine Verbindungsleitung gebaut werden.

Eine russische dieselelektrische Lokomotive. — Von dem Werk „Kolonna" wurde Mitte 1934 eine dieselelektrische Lokomotive geliefert. Sie ist als Doppellokomotive ausgeführt und mit zwei Dieselmotoren von je 1050 PS Leistung ausgerüstet. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 75 km/h. Bei insgesamt 14 Achsen hat die Lokomotive eine Länge von 27 m. Die Brennstoff- und Wasservorräte reichen für eine Laufleistung von 1200 km aus. Die Versuchsfahrten sollen sehr gut verlaufen sein. *Br.*

[1]) Vgl. ETZ 1934, S. 585, und S. 73 dieses Heftes.

[1]) Vgl. a. ETZ 1933, S. 44.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

(Elektrotechnischer Verein.)

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung, zugleich Jahresversammlung des Elektrotechnischen Vereins, am Dienstag, dem 29. I. 1935, 8 Uhr abends pünktlich, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Jahresbericht.
3. Vorlage des Kassenberichts für 1934.
4. Wahl der Rechnungsprüfer.
5. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. W. Reiche (Dresden) über das Thema: „Neuere Gesichtspunkte in der Hochspannungs-Prüftechnik".

Inhaltsangabe:

1. Sinn und Aufgabe der Hochspannungsprüfung. Die heutige Auffassung in ihrer geschichtlichen Bedingtheit.
2. Das Anwachsen des elektrischen Sicherheitsgrades und sein Einfluß auf die Gestaltung der Prüfung.
3. Das Vordringen der Hochspannungsprüfung mit großer Leistung.
4. Die Verfeinerung der Meßmethode bei der Hochspannungsprüfung.
5. Die Nachahmung praktischer Betriebsbedingungen im Hochspannungs-Prüffeld.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Einladung

zur außerordentlichen Sitzung des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens e. V. am Freitag, dem 1. II. 1935, 8 h abends, im großen Hörsaal des neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule in Charlottenburg (Kurfürstenallee).

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dr. Georg von Bekesy aus Budapest über das Thema: **„Physikalische Probleme der Hörphysiologie".**

Inhaltsangabe:

1. Anatomie des Ohres.
2. Verschiedene Hörtheorien.
3. Elektrische Ströme der Hörnerven.
4. Erscheinungen, die für eine mechanische Frequenzanalyse sprechen.
5. Ähnlichkeit beim Hören von Luft- und Körperschall.
6. Untersuchung der Flüssigkeitsschwingungen im Ohre durch Modellversuche.
7. Einschwingvorgänge des Ohres.
8. Die nichtlinearen Verzerrungen des Ohres.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache ist nur zulässig, wenn der Vorsitzende sich vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand Hotel am Knie", Bln.-Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Ordentliche Sitzung

am 18. XII. 1934 in der Technischen Hochschule in Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Vorsitzender: Ich eröffne die Sitzung und heiße Sie alle, insbesondere unsere zahlreichen Gäste, herzlich willkommen. Gegen den Bericht über die ordentliche Sitzung am 27. November sind Einwendungen nicht erhoben worden; der Bericht ist somit angenommen. Inzwischen sind 15 Neuanmeldungen eingegangen; eine Liste liegt hier aus.

In der nächsten ordentlichen Sitzung am 29. Januar wird Herr Dr. Reiche (aus Dresden) vortragen über: „Neuere Gesichtspunkte in der Hochspannungs-Prüftechnik". In einer außerordentlichen Sitzung in Gemeinschaft mit der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens am 1. Februar wird Herr Dr. von Bekesy aus Budapest einen Vortrag halten über: „Physikalische Probleme der Hörphysiologie". Am 22. Januar wird der Fachausschuß für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken einen Vortrags- und Diskussionsabend veranstalten über das Thema: „Die Entwicklungslinien des deutschen Hochspannungs-Schaltanlagenbaues im Jahre 1934".

Am 7. Januar beginnt in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule eine Vortragsreihe über: „Elektrische Bahnen", für die namhafte Fachmänner gewonnen worden sind.

Ferner weise ich darauf hin, daß der Elektrotechnische Verein am Mittwoch, dem 16. Januar, einen Gesellschaftsabend mit warmem Abendessen im Marmorsaal des Zoologischen Gartens veranstalten wird. Der Vorstand spricht die Bitte um recht zahlreiche Beteiligung aus, wie sie in früheren Jahren immer gewesen ist.

Einladungen zu diesen Veranstaltungen werden rechtzeitig ergehen.

Zu Punkt 2 der Tagesordnung erteile ich Herrn Dr. Koch vom Psychologischen Institut der Universität Würzburg das Wort zum Vortrag über das Thema: „Elektrische Erscheinungen bei Menschen und Tieren".

(Vortrag folgt.)

Vorsitzender: Ich darf Herrn Dr. Koch namens des Elektrotechnischen Vereins unseren herzlichen Dank für seinen so schönen und lehrreichen Vortrag aussprechen, der uns außerordentlich interessiert hat. Ich möchte diesen Dank auch ausdehnen auf unser Mitglied Herrn Alvensleben, der sich um die Vorbereitung des Vortrages verdient gemacht hat.

Ich eröffne nunmehr die Besprechung und bitte um Wortmeldungen.

(Besprechung folgt.)

Vorsitzender: Wünscht noch jemand das Wort? — Das ist nicht der Fall. Mit dem Hinweis auf die Nachsitzung im Grand-Hotel am Knie schließe ich die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Digitized by Google

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Damrow, Fritz, Obering., Berlin-Wilmersdorf.
Dobner von Dobenau, Leopold, Ing., Reutte/Tirol.
Hammerstädt, Erich, Elektroing., Berlin-Mariendorf.
Hamacher, Fritz, Dr.-Ing., Berlin-Reinickendorf.
Jäkel, Otto, Dipl.-Ing., Berlin-Siemensstadt.
Kleinvogel, H. J., cand. ing., Berlin-Siemensstadt.
Klötzer, Joh., Ingenieur, Berlin.
Löther, Bruno, Ingenieur, Berlin-Reinickendorf.
Müller, Ulrich, Dipl.-Ing., Berlin-Siemensstadt.
Neumann, Heinr., Zivilingenieur, Berlin-Grunewald.
Nörenberg, Kurt, Dipl.-Ing., Berlin.
Pehani, Ernst, Dipl.-Ing., Ljubljana (Jugoslawien).
Rosenthal, Fritz, Dipl.-Ing., Berlin.
Schirrmeister, Hermann, Kalkulator, Ketschendorf.
Schulz, Paul, Ingenieur, Berlin.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Bergwerksanlagen.

Der Unterausschuß „Bagger" hat in ETZ 1934, S. 989 u. ff., einen Entwurf 1 zu VDE 0168/19 . . „Vorschriften für Bagger, Fördergeräte und zugehörende Bahnanlagen über Tage" veröffentlicht.

Nach ordnungsgemäßer Bearbeitung der eingelaufenen Einwände ist die nachstehend veröffentlichte endgültige Fassung zu

VDE 0168/1935 „Vorschriften für Bagger, Fördergeräte sowie zugehörende Bahnanlagen über Tage und im Tagebau"

aufgestellt worden.

Der Vorsitzende des VDE hat die nachstehend wiedergegebene Fassung mit der Maßgabe genehmigt, daß sie am 1. April 1935 in Kraft tritt.

Zu dem gleichen Zeitpunkt hat der Vorsitzende des VDE die Anhänge zu VDE 0100/1930 und VDE 0101/1930, enthaltend „Leitsätze für Bagger mit zugehörenden Bahnanlagen im Tagebau" außer Kraft gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Ausschuß für Bergwerksanlagen.

VDE 0168/1935.

Vorschriften für Bagger, Fördergeräte sowie zugehörende Bahnanlagen über Tage und im Tagebau.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
II. Begriffserklärungen.
§ 3.
III. Bestimmungen.
§ 4. Gleise.
§ 5. Fahrleitungen.
§ 6. Fördergeräte.
§ 7. Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.
§ 8. Fahrzeuge.
§ 9. Leitungen.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. April 1935 in Kraft[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für die Errichtung von Starkstromanlagen auf Baggern und Fördergeräten über Tage und im Tagebau nebst zugehörenden Bahnanlagen und Fahrzeugen sowie Stromzuführungs- und Stromrückleitungen.

Im übrigen gilt für Bahnanlagen über Tage und im Tagebau VDE 0115 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen V.E.B.".

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

a) Fahrleitungen [vgl. § 2 c) von VDE 0115/1934] im Sinne dieser Vorschriften sind nur solche Leitungen, bei denen die Fahrdrähte unmittelbar mit den Stromabnehmern der Fördergeräte oder Fahrzeuge in Berührung kommen.

b) Bagger und Fördergeräte über Tage und im Tagebau sind alle Arten von Baggern (Eimerkettenbagger, Löffelbagger, Schaufelbagger, Kabelbagger) sowie Förderbrücken, Absetzgeräte u. dgl. zum Verfahren auf Gleisen, Schienenrosten oder Raupen.

III. Bestimmungen.

§ 4.

Gleise.

a) Bei Anlagen, die die Schienen als Rückleiter benutzen, müssen die Schienenstöße von mindestens zwei Fahrschienen durch zuverlässige Schienenstoßverbinder überbrückt werden, wenn nicht die Schienenstoßverbinder durch andere zweckmäßige Verbindungen (z. B. Schweißung) ersetzt werden.

Diese Fahrschienen müssen durch eine ausreichende Anzahl Querverbinder (Abstand etwa 100 m) miteinander verbunden sein.

b) Bei Anlagen, die die Schienen nicht als Rückleiter benutzen, müssen sämtliche Schienen am Schwenkpunkt oder an beiden Enden der Fahrstrecke geerdet werden.

Bei einer Erdung am Schwenkpunkt allein müssen von diesem zwei ungleich lange Zuleitungen derart zur Erdungsleitung führen, daß bei etwaigem Abreißen der kürzeren Leitung die längere nicht gleichzeitig zerstört wird. Außerdem müssen mindestens an einer Fahrschiene die Stoßstellen nach a) überbrückt werden.

Ist dagegen das Fördergerät über eine Schleifleitung oder über die Schutzleitung einer Stromzuführungsleitung geerdet, so sind besondere Schienenstoßverbinder und eine Erdung der Schienen am Schwenkpunkt oder an den Enden der Fahrstrecke entbehrlich.

c) Erdungsleitungen, Quer- und Schienenstoßverbinder sind mit mindestens 35 mm² Kupfer- oder 50 mm² Stahlquerschnitt auszuführen.

Sie müssen so angeschlossen sein, daß ein Lockern beim Rücken der Anlage möglichst vermieden wird.

§ 5.

Fahrleitungen.

a) Für Fahrdrähte aus Kupfer beträgt nach DIN VDE 3140 und 3141 der Mindestquerschnitt 25 mm².

b) Die Mindesthöhe der Fahrdrähte beträgt auf den Strecken, die von Fördergeräten befahren werden oder aus denen der Strom für diese entnommen wird, bei einer Mastentfernung bis zu 18 m 2,7 m, auf den übrigen Strecken nicht weniger als 3 m über Schienenoberkante (SO). Bei 3 m Mindesthöhe der Fahrdrähte am Aufhängepunkt ist ein Mastabstand bis zu 25 m zulässig. Größere Mastabstände bedingen höhere Aufhängepunkte. Für Fahrleitungen mit mehr als 3,5 kV gegen Erde beträgt die Mindesthöhe der Fahrdrähte über SO 3,5 m. Gegenüber Bodenerhebungen seitlich von den Fahrleitungen (Böschungen) ist für die Fahrdrähte ein kleinster Abstand von 3 m zulässig.

c) Fahrleitungen, die mit ihren Trägern betriebsmäßig versetzt (gerückt) werden, sind abtrennbar einzurichten (z. B. Fahrleitungen vor jeder Bagger- und Kippstrecke). Die Streckentrenner sind so einzubauen, daß eine Überbrückung durch die Stromabnehmer des Fahrzeuges ausgeschlossen ist. Dieses gilt auch bei Weichen.

d) Fahrdrähte, die von mehreren Stellen aus gespeist werden können, müssen an den Trennstellen durch Warnungsschilder mit der Aufschrift „Vorsicht Rückstrom" kenntlich gemacht werden.

e) In Betrieben, in denen Dampflokomotiven, Dieselmotorlokomotiven usw. zusammen mit elektrisch betrie-

[1] Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im Januar 1935. — Veröffentlicht: ETZ 1934, S. 989; 1935, S. 92.

Digitized by Google

benen Fördergeräten laufen, müssen Schutzvorrichtungen an den Lokomotiven getroffen oder die Fahrleitungen so weit außerhalb des Lokomotivprofiles gelegt werden, daß ihre zufällige Berührung — auch vom Führerstand der Lokomotiven aus — nicht möglich ist.

f) Fahrleitungsträger aus Stahl müssen entweder durch Anschluß an eine mit Schienenstoßverbindern nach § 4 a) und b) ausgerüstete Schiene oder durch eine besondere Erdungsleitung in Ausführung nach § 4 c) geerdet werden.

g) Bei Gleichstrom über 1,5 kV und bei Wechselstrom über 6 kV muß eine Erdungsleitung verwendet werden, wenn nicht die Schienen als Rückleitung dienen und nach § 4 a) mit Schienenstoßverbindern ausgerüstet sind. Diese Erdungsleitung ist an den Fahrleitungsträgern entlangzuführen.

h) Bei Fahrleitungsträgern mit loser Leitung (Bügelanordnung) müssen die Bügel gegen Verdrehen gesichert werden. Als Mindestmaße für den seitlichen Abstand dieser Bügel gegeneinander gelten:

70	mm	bis	3 kV,
150	„	„	6 „ ,
200	„	„	10 „ ,
250	„	„	15 „ ,
500	„	„	30 „ .

i) Jede Fahrleitung muß durch einen Selbstschalter geschützt werden. Wird dieser in die Speiseleitung gelegt, so muß am Beginn der Fahrleitung noch eine Trennstelle eingebaut werden. Der Selbstschalter erhält für jeden Fahrdraht einen Überstromauslöser.

k) An Stellen, die als Übergänge oder als Zugang für die Belegschaft bezeichnet sein müssen, müssen. Warnungsschilder nach Anhang II von VDE 0105/1932 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V.B.S." angebracht werden. Beleuchtung der Schilder ist vorzusehen.

l) Sollen Fördergeräte, die vor dem Inkrafttreten dieser Vorschriften beschafft sind, an anderen Betriebsorten verwendet werden, so sind hinsichtlich Fahrdrahthöhe und Fahrdrahtanordnung Ausnahmen zulässig.

§ 6.

Fördergeräte.

a) Für die Errichtung elektrischer Anlagen auf Fördergeräten sind die Bestimmungen in VDE 0100 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1." und VDE 0101 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2." sinngemäß anzuwenden, soweit nicht nachstehend besondere Bestimmungen getroffen sind.

Bei beschränkten Raumverhältnissen sind auf Fördergeräten für die Breite der Schalt- und Bedienungsgänge Ausnahmen zulässig.

b) Als abgeschlossene elektrische Betriebsräume im Sinne von VDE 0100 und VDE 0101 sind anzusehen: Schaltanlagen, Transformatorkammern, Motorräume usw., die dauernd unter Verschluß gehalten werden.

c) Auf jedem Fördergerät muß in der Stromzuführung eine Trennstelle angeordnet werden, mit der sich die gesamte elektrische Ausrüstung des Fördergerätes spannungslos machen läßt.

d) Wenn bei Fördergeräten, die mit Gleich- oder Einphasenstrom betrieben werden, die Stromzuführung durch eine Leitung mit Schutzleitung erfolgt, so müssen auf diesen Geräten zur Stromrückleitung isolierte Leitungen verlegt werden, damit der mechanische Teil des Fördergerätes — auch während des Betriebes — spannungslos bleibt.

§ 7.

Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.

a) Auf Fördergeräten sind Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungsspannung gemäß § 3 von VDE 0100/1934 oder gemäß § 4 von VDE 0101/1934 zu treffen. Für die Durchführung dieser Schutzmaßnahmen sind VDE 0140 „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, L.E.S. 1." oder VDE 0141 „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen" maßgebend.

Von der Verlegung durchgehender Erdungsleitungen auf Fördergeräten kann abgesehen werden, wenn die Erdungsleitungen an solche Konstruktionsteile der Geräte angeschlossen werden, die durch ihren Querschnitt und die Unmöglichkeit zeitweiligen Ausbaues dauernde Sicherheit für einen guten Stromdurchgang gewährleisten.

Für Handleuchter ist bei den mit Wechselstrom betriebenen Geräten nur Kleinspannung zulässig; bei den mit Gleichstrom betriebenen Geräten ist die höchstzulässige Spannung für Handleuchter 220 V.

§ 8.

Fahrzeuge.

a) Bei Fahrzeugen mit mehreren Stromabnehmern müssen in dem oberen Teil der Stromabnehmer isolierende Zwischenstücke vorgesehen werden. Bei Spannungen bis 1,5 kV ist Holz als Isolierstoff zulässig.

Im übrigen gilt für Fahrzeuge VDE 0115.

§ 9.

Leitungen.

a) Wird den Fördergeräten der Strom nicht durch unisolierte, sondern durch isolierte Leitungen zugeführt, so sind hierfür Gummischlauchleitungen NSH oder Leitungstrossen NT nach VDE 0250 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L." zu verwenden. Die Schutzleitung innerhalb der Leitung kann fortgelassen werden, wenn das Gerät auf einem ununterbrochenen Schienenstrang läuft, der den Bedingungen nach § 4 a) und b), Abs. 1 und 2, genügt. Schienenroste für Löffelbagger und ähnliche Geräte sind im Sinne dieser Vorschriften nicht als ununterbrochener Schienenstrang anzusehen; in diesem Falle ist das Fördergerät zu erden.

b) Isolierte Leitungen, die auf Fördergeräten zur Verbindung von Teilen verwendet werden, die betriebsmäßig Bewegungen gegeneinander ausführen, müssen den besonderen Anforderungen entsprechend verlegt werden. Ausnahmen gegenüber § 21 i), Abs. 2, von VDE 0100/1934 oder § 18 h) von VDE 0101/1934 sind zulässig.

c) Leitungen, die von einer Verteilungs- oder Speiseleitung abzweigen, müssen ihren Querschnitten gemäß entweder unmittelbar an der Abzweigstelle oder am Anfang der Verteilungs- oder Speiseleitung gesichert werden. Auch müssen Vorkehrungen getroffen werden, daß der Bedienende die Leitung ohne Gefahr anschließen oder abtrennen kann.

d) Werden zum Anschluß von Leitungen Steckvorrichtungen verwendet, dann müssen diese so ausgeführt sein, daß das Einsetzen und Herausziehen des Steckers unter Spannung verhindert oder durch sonstige Maßnahmen eine gefahrlose Bedienung gewährleistet ist.

Fragebogen für VDE-Mitglieder.

Sämtlichen VDE-Mitgliedern sind anläßlich der Übersendung der Mitgliedskarten von den Gauen Fragebogen zugegangen. Da die Beantwortung der Fragen für die Arbeiten zur Zusammenfassung der Technik dringend ist, wird hiermit nochmals an die

umgehende Rücksendung

der sorgfältig ausgefüllten Fragebogen erinnert. Die Rücksendung erfolgt direkt an die Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Sollte das eine oder andere Mitglied den Fragebogen nicht erhalten haben, so wird darum gebeten, ihn umgehend direkt von der Geschäftstelle oder von dem zuständigen Gau anzufordern.

VDE-Vorschriftenbuch.

Angesichts der zahlreichen, noch im Dezember 1934 vorgenommenen Änderungen und Ergänzungen an VDE-Bestimmungen ist es notwendig geworden, die Herausgabe der 20. Auflage des VDE-Vorschriftenbuches noch weiter zu verschieben, um sie genau nach dem Stande am 1. Januar 1935 herauszubringen. Die 20. Auflage erscheint nunmehr Ende Februar 1935.

Nähere Mitteilungen über die Preise und Lieferungsbedingungen werden an dieser Stelle noch veröffentlicht.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Digitized by Google

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Braunschweig. 29. I. (Di), 20 h 15 m, Hörs. Hochspann.-Inst.: „Gegenwärtige Entwicklungsrichtungen im Bau von Wärmekraftw." Dr.-Ing. Musil.

VDE, Gau Niederschlesien, Breslau. 29. I. (Di), 20 h, T. H., gr. Hörs. E. I.: „Die Grundlagen der modernen Atomphysik". Prof. Dr. Schäfer.

VDE, Gau Südbayern, München. 30. I. (Mi), 20 h, Hotel Schottenhamel, Luitpoldstr. 13/14: 42. Hauptversammlung.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG), Berlin. 31. I. (Do), 17 h 30 m, Hörs. 241 (Hauptgeb.) der T. H.: 1. „Die Kunstlichtquellen in der Photographie (von den Anfängen bis zur Neuzeit)". E. Stenger. 2. „Zur Bewertung des Kunstlichtes in der Photographie (Grundl. der Aktinitätsbestimmung)". O. Reeb.

Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (gemeinsam mit der Deutschen Chemischen Gesellschaft und der Deutschen Physikalischen Gesellschaft), Berlin. 29. I. (Di), 12 h, Harnack-Haus, Berlin-Dahlem, Ihnestr. 16/20: Gedächtnisfeier für Fritz Haber, mit musikal. Darbietungen.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 25. I. (Fr), 17 h 30 m, Phys. Inst. d. Universität, Reichstagsufer 7/8: Festsitzung anläßlich des 90jährigen Bestehens der Gesellschaft. Näheres durch die Geschäftstelle: Charlottenburg 5, Königsweg 20.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. Ebeling †. — Am 16. I. verschied im 76. Lebensjahr Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. August Ebeling, der lange Jahre als Vorstandsmitglied den Firmen SSW und S&H angehörte und bahnbrechende Arbeiten auf dem Gebiet des Fernmeldewesens geleistet hat. Wir werden in einem besonderen Nachruf auf die Verdienste des Verstorbenen zurückkommen.

P. Craemer.

Am 28. Januar begeht der frühere Ministerialdirektor Dr.-Ing. E. h. P. Craemer in Bückeburg, wo er im Ruhestand lebt, seinen 70. Geburtstag. Er ist 44 Jahre lang bis zu seinem Rücktritt im Jahre 1928 im Dienste der Reichspost tätig gewesen, seit 1912 im Ministerium (dem damaligen Reichspostamt), in den letzten Jahren als Leiter der Abteilung III (Telegraphie, Funkwesen, Fernkabelnetz, Verkehr mit dem Ausland). Aus seiner vielseitigen und fruchtbaren Tätigkeit kann an dieser Stelle nur das Wichtigste kurz erwähnt werden: seine Mitwirkung bei der Schaffung des Telegraphentechnischen Reichsamts, die er gemeinsam mit seinen damaligen Kollegen Feyerabend, Strecker und Martens vorbereitete und mit Tatkraft betrieb; die Neuregelung des Telegraphenbaudienstes durch Loslösung von der Bezirksverwaltung und Errichtung von selbständigen unter eigner Verantwortung arbeitenden Telegraphenbauämtern und, als Krönung seiner Lebensarbeit, die Planung und Anlage des deutschen Fernkabelnetzes. Dieses Netz, das heute auf 13 000 km Kabellänge angewachsen ist, ist die Grundlage und Voraussetzung für die großen Verbesserungen in der Betriebsgüte, Betriebsicherheit und Verkehrsgeschwindigkeit, die das Fernsprechen im Fernverkehr nach dem Kriege erfahren hat, es machte gleichzeitig Deutschland, das Herzstück Europas, zum Mittelpunkt des zwischenstaatlichen, europäischen Fernsprech-Weitverkehrsnetzes. Das deutsche Beispiel hat als Vorbild gewirkt und auch im Ausland eine große Werbekraft für den Ausbau der Fernleitungsnetze bewiesen. Zur Anlage des Fernkabelnetzes wurde nach Craemers Plänen die gemischtwirtschaftliche deutsche Fernkabelgesellschaft gegründet, an deren Spitze er frei von bürokratischen Hemmungen für die Durchführung seiner Gedanken und Pläne wirken konnte.

Craemer fand auch außerhalb seines Berufes noch Zeit zu vielseitiger Betätigung. Er hat sich früh lebhaft mit nationalen, Volkstums- und Rassefragen beschäftigt und in der damaligen völkischen Bewegung betätigt. In seinem Fach hat Craemer durch zahlreiche Abhandlungen in der Fach- und Tagespresse und durch Vorträge, namentlich im VDE und EV, gewirkt. Im VDE gehörte er von 1922 bis 1925 dem Vorstand an und wurde für die Amtszeit 1926/27 zum Vorsitzenden gewählt. Seinem Verhandlungsgeschick gelang es, das Vertragsverhältnis zwischen dem Verband und den angeschlossenen Vereinen zu einer befriedigenden Regelung zu bringen. Das Ansehen, das er als Persönlichkeit und als erfahrener Fachmann genoß, führte ihn ferner nach dem Übertritt in den Ruhestand in den Aufsichtsrat der Norddeutschen Seekabelwerke und der Deutsch-Atlantischen Telegraphengesellschaft. In Anerkennung seiner Verdienste um die Entwicklung des deutschen Fernmeldewesens verlieh ihm die T. H. Danzig im Jahre 1923 die Würde eines Dr.-Ing. E. h. Anläßlich der Hundertjahrfeier des elektromagnetischen Telegraphen im Jahre 1933 zeichnete die Universität Göttingen ihn durch Verleihung der Gauß-Weber-Gedenkmünze aus. 1930 berief ihn das Deutsche Museum in München in seinen Verwaltungsrat.

P. Craemer.

Zur Wahrnehmung der Belange des Fernsprechwesens, insbesondere des Fernsprech-Weitverkehrs, gründete er die Zeitschrift „Europäischer Fernsprechdienst", die auch im Ausland viel gelesen wird. Ihr und der deutschen Fernkabelgesellschaft, mit der er noch als Aufsichtsratsmitglied verbunden ist, ist im Ruhestand seine Arbeitskraft gewidmet. Mögen ihm noch viele tätige, gesunde und frohe Jahre beschieden sein.

Hochschulnachrichten. — Privatdozent Dr.-Ing. Max Büge, Breslau, ist zum nichtbeamteten Professor in der Fakultät für Maschinenwesen der T. H. Breslau ernannt und beauftragt worden, die Fernmelde- und Hochfrequenztechnik in Vorlesungen und Uebungen zu vertreten.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der läufergespeiste kompensierte Drehstrommotor als idealer Synchronmotor.

Herr W. KRÄMER schildert in H. 40 der ETZ 1934 die Möglichkeit, einen kompensierten Asynchronmotor der Bauart Sachsenwerk als Synchronmotor zu betreiben und glaubt für diese Betriebsweise besondere Vorzüge ins Feld führen zu können. Zu diesen Vorzügen rechnet Herr KRÄMER den, daß die bei Überkompensation vom Motor ins Netz gelieferte Blindleistung bei Entlastung des Motors abnimmt. Er drückt dies so aus: „Während sich bei einer gewöhnlichen Synchronmaschine der $\cos\varphi$ mit abnehmender Last verschlechtert, bewirkt hier der abnehmende Erregerstrom eine Verbesserung des $\cos\varphi$". Was heißt hier Verschlechterung und Verbesserung? Offenbar sieht Herr KRÄMER einen großen $\cos\varphi$ als gut und einen

Digitized by Google

kleinen als schlecht an, einerlei ob er nacheilend oder voreilend ist. Wenn sich aber jemand einen kompensierten Motor anschafft, so will er damit eine gewisse Blindleistung erzeugen, entweder zur Eigenkompensation des Motors oder um auch den Blindleistungsbedarf anderer in seinem Betriebe befindlicher Maschinen zu decken. Diese Aufgabe soll der Motor unabhängig von seinem Belastungszustand, also auch im Leerlauf, erfüllen. Dies tut der kompensierte Asynchronmotor ohne weiteres, nicht aber der von Herrn KRÄMER propagierte Synchronmotor. Die Eigenschaften der beiden Betriebsarten lassen sich am besten an Hand des Stromdiagrammes (siehe Abb. 1) vergleichen. Der Kreis K_1 ist die Ortskurve für den unkompensierten Motor, K_2 für den kompensierten Asynchronmotor und K_3 für den Synchronmotor. Die Kreise K_2 und K_3 gelten für gleiche Zusatzspannung. Für K_3 ist der Bürstenwinkel α zu 90° angenommen, weil dies das größte Kippmoment ergibt. Für K_2 ist α negativ. Dies entspricht dem untersynchronen Betrieb. Obgleich diese Einstellung noch lange nicht das größte Kippmoment ergibt, erkennt man doch die große Überlegenheit des asynchronen Betriebes.

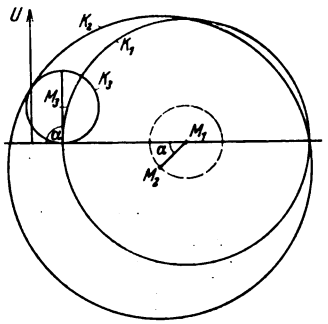


Abb. 1. Stromdiagramm.

Außer diesem Vorzug der weit höheren Überlastbarkeit hat der asynchrone Betrieb in mechanischer Hinsicht noch mancherlei Vorteile gegenüber dem synchronen. So ist es z. B. möglich, durch Bürstenverschiebung die Drehzahl in geringem Maße zu regulieren, was u. a. beim Antrieb von Kreiselpumpen und -lüftern von Bedeutung ist. Auch die Ausnutzung der Energie von Schwungmassen um Belastungsstöße vom Netz fernzuhalten, ist nur bei asynchronem Betrieb möglich.

So lassen sich eine Reihe von Vorteilen für den asynchronen Charakter eines Motors anführen, dagegen wird das Bedürfnis nach einer starren Drehzahl wohl nur auf ganz wenige Sonderfälle beschränkt bleiben.

Niedersedlitz/Dresden, 9. X. 1934.

Dr. T. Schmitz.

Erwiderung.

Es dürfte aus meinem Aufsatz wohl hervorgehen, daß ich nicht die Absicht habe, den Asynchronmotor — kompensiert oder unkompensiert — durch eine Synchronmaschine zu verdrängen. Das wäre doch in keiner Weise zu rechtfertigen! Ich wollte die theoretische und praktische Darstellung einer Maschine geben, welche

„— alle Eigenschaften hat, die man von einem Synchronmotor für schwere Betriebsbedingungen verlangt" (s. Aufsatz).

Allgemein ist für mich natürlich $\cos\varphi \to 1$ ein „guter" Leistungsfaktor. Das dürfte doch die übliche Bezeichnung sein. Auch kompensierte Asynchronmotoren halten $\cos\varphi \to 1$ über den ganzen Lastbereich angenähert ein, wenn man einen guten Wirkungsgrad verlangt. Da in meinem Aufsatz „synchroner oder asynchroner Betrieb" gar nicht zur Debatte steht, weiß ich nichts Belangreiches aus die Ausführungen des Herrn SCHMITZ zu erwidern.

Berlin, 20. X. 1934. Dr. Krämer.

LITERATUR.

Besprechungen.

Fortschritte der physikalischen und technischen Akustik. Von F. Trendelenburg. 2., erweiterte Aufl. Mit 102 Abb. u. 210 S. in 8°. Verlag Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1934. Preis kart. 6,60 RM.

Gegenüber der 1. Aufl. (1932, 130 S., 80 Abb.), deren Grundlage, wie in der Einleitung erwähnt ist, zwei zusammenfassende Berichte in der Z. Hochfrequenztechn. 1926 und 1928 bilden, ist die 2. Aufl. durch einen Textnachtrag (43 S., 22 Abb.) sowie einen Nachtrag im Literaturnachweis von 553 Nummern ergänzt. Behandelt werden folgende Gebiete: Meßmethoden (darunter Klanganalyse, Nachhallmessung), Schallempfänger und Schallsender (Mikrophone, Schallfelder, Lautsprecher, Musikinstrumente, akustische Ausgleichsvorgänge), Gehör und Sprache (u. a. Untersuchungen am Gehörorgan, klanggetreue Schallübertragung), Raum- und Bauakustik, Schallaufzeichnung und Tonfilm (Aufzeichnungsarten, Tonabnehmer usw.). Sowohl der Textnachtrag wie der Nachtrag zum Literaturnachweis folgen streng der Disposition des Hauptteiles, was ihre Benutzung sehr erleichtert. Der Nachtrag enthält ferner Arbeiten über Lärm und Lärmminderung. — Ein Bericht über Fortschritte, die jüngst auf einem in Entwicklung befindlichen Gebiet gemacht worden sind, hat nicht in erster Linie die Aufgabe, die mitgeteilten Tatsachen und Verfahren in jeder Einzelheit kritisch zu beleuchten, als vielmehr die andere, dem Leser einen möglichst umfassenden und leicht faßlichen Überblick über die auf dem behandelten Gebiet vorliegenden neuen Arbeiten zu geben. Dies ist dem Verfasser in hervorragendem Maße gelungen. Rechnet man dazu noch den sehr umfangreichen Literaturnachweis, so muß man das Werk als ausgezeichnetes Hilfsmittel dafür bezeichnen, um sich über den Stand der Entwicklung dieses wichtigen Gebietes zu unterrichten. J. Fischer.

Eingegangene Doktordissertationen.

Otto-Heinrich Look, Resonanz zwischen Mast- und Leitungsseilschwingungen und die Dämpfung dieser Schwingungen mit Resonanzdämpfern. T. H. Braunschweig 1934. (Erschien gleichzeitig als H. 21 der Mitt. des Wöhler-Inst. Braunschweig im NEM-Verlag, Berlin.)

Franz Miseré, Gasentladungen bei Nieder- und Hochfrequenz. T. H. Aachen 1933. (Sonderdr. aus Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 7, 1934.)

Günter Schnaus, Einige Beiträge zur praktischen Gestaltung der Berechnung der Kosten von Energieumwandlungen, insbesondere des Energieverbrauches auf der Grundlage der Verbrauchskennlinien und der Belastungsverhältnisse. T. H. Darmstadt 1933.

Klaus Peter Schweimer, Frequenzstabilisierung von Röhrenoszillatoren mit Hilfe von Schirmgitterröhren. T. H. Braunschweig 1934.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Metallpreise im 4. Vierteljahr 1934[1]). — Die Preisentwicklung bei den Hauptmetallen war am Weltmarkt (wenn man die Londoner Notierungen nimmt) und in Deutschland (Richtpreise) nahezu entgegengesetzt (Abb. 1). In der ersten Hälfte des 4. Vierteljahres wurden die deutschen Richtpreise noch mehrmals herabgesetzt, und zwar mit Wirkung vom 2. X. 1934 (allgemein), 9. X. 1934 (nur Kupfer), 16. X. und 8. XI. 1934 (allgemein). Dazu kam ab 1. XI. 1934 eine 10prozentige Ermäßigung der deutschen Aluminiumpreise. — Es ist dies die erste Preisänderung seit Januar 1932. Die Preissenkung für Rohaluminium sollte vor allem die Umstellungstendenz von NE „Spar"-Metallen auf Aluminium erleichtern; anderseits trägt diese Ermäßigung auch der erheblichen Produktionssteigerung bei den deutschen Aluminiumhütten Rechnung. Man schätzt die Produktionssteigerung gegenüber dem Jahre 1933 für 1934 auf etwa 70 %, für 1935 sogar auf 200 %, also eine Verdreifachung gegenüber der Erzeugung im Jahre 1933. Seit dem 8. XI. 1934 sind die deutschen Richtpreise für Blei, Kupfer, Nickel, Zink und Zinn unverändert geblieben, wenn man von dem durch die Richtpreisanordnung XII gestatteten Händlerzuschlag absieht.

In London setzte sich zwar der Preisverfall gegen Ende des 3. Vierteljahrs noch einige Tage fort, vor allem infolge des Rückganges des englischen Pfundes. Bereits in der zweiten Woche setzte aber ein Umschwung ein, zunächst für Kupfer und Zinn, denen bald aber auch Blei und Zink folgten. Die Aufwärtsbewegung hielt bis Ende Oktober an. Elektrolytkupfer (London), das auf Reichsmark je 100 kg umgerechnet zunächst 2 RM verloren hatte, zog bis auf 39,10 RM Ende Oktober an (+ 4 RM). Für Blei betrug in der gleichen Zeit der Verlust 0,30 RM, der Gewinn 1 RM, für Zink 0,70 RM und 1,30 RM. Zinn konnte nach verhältnismäßig geringem Rückgang am 1. XI. 1934 seinen Stand vom 1. X. 1934 wieder er-

1) Vgl. ETZ 1934, S. 131, 1163

Digitized by Google

reichen. Die Gründe für die Preisbesserung waren aber lediglich Meinungsache. Für die Beurteilung von Kupfer war vor allem die Meldung über die Drosselung der Erzeugung einiger Großbetriebe (Phelps Dodge und Calumet & Hecla) preistreibend, sodann Gerüchte über baldige Verhandlungen unter den Kupfererzeugern, die auf Grundlage der niedrigen Preise zu spekulativen Vorratskäufen veranlaßten. Blei und Zink konnten aus der Bewegung des Kupferpreises Nutzen ziehen. Dazu kam noch eine Besserung von Pfund und Dollar. Wirkliche Konsumkaufsteigerung war aber kaum zu bemerken. Deshalb kam es bald zum Umschwung. Bei den einzelnen Metallen war die Entwicklung aber verschieden. Während Kupfer bis Ende November gegenüber Anfang November etwa 2 RM je 100 kg (Pfund umgerechnet auf Reichsmark) verlor, konnte es bis Mitte Dezember den Verlust fast wieder aufholen. Der Grund lag wiederum in günstig aufgenommenen Meldungen über die Erzeugerbesprechungen, die sich bereits zu festen Vorschlägen verdichteten, nachdem sie zeitweilig vollkommen verstummt waren. Die Vorschläge gehen vor allem in Richtung auf eine Drosselung der Erzeugung, der Ausfuhr der V. S. Amerika und eine einheitliche Preiskontrolle. Die Afrikaner scheinen infolge des außerordentlich niedrigen

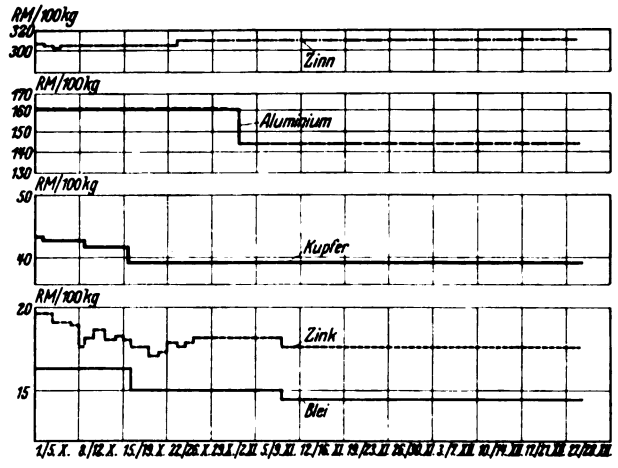


Abb. 1. Metallpreise im 2. Vierteljahr 1934.

Aluminium: Berlin 98/99 % Blöckchen. — Blei: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Kupfer: Berlin Delnotiz. — Quecksilber: Hamburg in £ je Flasche (34½ kg), umgerechnet in RM. — Zink: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Zinn: Hamburg Kontrakt A erstnotierter Monat (Brief).

Preisstandes jetzt geneigt zu sein, auf die Vorschläge der Amerikaner einzugehen; die Schwierigkeiten liegen jetzt mehr bei den Kanadiern, die in der Kostenrechnung infolge der Verkupplung der Edelmetall- und Nickelerzeugung mit der Kupfergewinnung günstiger stehen. Wohl aus diesem Grunde waren die Ansichten über das Zustandekommen der Produzentenverhandlungen zur Jahreswende nicht mehr so optimistisch, so daß der Kupferpreis wieder leicht nachgab. Auch bei Zink spielten die Erzeugerverhandlungen auf den Preis eine erhebliche Rolle. Der Ausbau der Zinkhüttenindustrie in Deutschland (Magdeburg), Ausbautendenzen in England und Österreich usw. ließen schon Anfang November pessimistische Ansichten über eine Verlängerung des Kartells laut werden. Trotz günstiger statistischer Entwicklung gab der Zinkpreis in London von Anfang November bis Mitte Dezember um 1,30 RM = 8,3 % nach. Gegen Ende des Jahres zog der Zinkpreis zwar wieder leicht an. Trotzdem die Verlängerungssitzung des Kartells am 20. XII. 1934 nicht stattfand, sondern auf unbestimmt vertagt und damit das Kartell eigentlich am 31. XII. 1934 aufgelöst wurde, sind die Ansichten über eine Erneuerung des Kartells nicht mehr so ungünstig. — Auch der Bleipreis konnte den bis Ende Oktober 1934 errungenen Stand nicht behaupten und ging bis Mitte Dezember wieder auf etwa 12,40 RM (London umgerechnet in RM) zurück. Der Rückgang war aber mit 6 % nicht ganz so stark wie der Rückgang des Zinkpreises, auch konnte Blei bis Ende des Jahres fast die Hälfte des Verlustes wieder aufholen. Der Zinnpreis neigte dagegen ohne Unterbrechung nach unten, wenn auch der Verlust (etwa 2 RM) praktisch ohne Bedeutung war.

Durch diese meist entgegengesetzte Entwicklung der Metallpreise in Deutschland (Richtpreise) und am Weltmarkt (London) ergab sich eine ganz verschiedene Entwicklung in dem Abstand der beiden Preislinien voneinander. An den Hauptstichtagen bestand folgendes Verhältnis:

Zahlentafel 1. Richtpreise in RM/100 kg.

		Elektrolyt-Kupfer	Standard-Kupfer	Hütten-Zink	Hütten-Weichblei	Standard-Zinn	Nickel
1. Okt.	Richtpreis	43,00	41,00	19,75	16,75	310,00	272,00
	London	37,00	33,15	14,70	12,50	280,00	248,00
	Richtpr. höher	6,00	7,85	5,05	4,25	30,00	24,00
10. Okt.	Richtpreis	41,00	38,00	18,75	15,50	310,00	272,00
	London	35,00	30,70	14,05	12,25	276,00	246,00
	Richtpr. höher	6,00	7,30	4,70	3,25	34,00	26,00
29. Okt.	Richtpreis	39,00	35,00	17,25	14,50	300,00	260,00
	London	39,10	35,20	15,60	13,20	278,00	249,00
	Richtpr. höher niedriger	0,10	0,20	1,65	1,30	22,00	11,00
9. Nov.	Richtpreis	39,00	35,00	16,75	14,00	300,00	260,00
	London	37,65	33,20	14,55	12,55	281,00	251,00
	Richtpr. höher	1,35	1,80	2,20	1,45	19,00	9,00
17. Dez.	Richtpreis	39,00	35,00	16,75	14,00	300,00	260,00
	London	38,80	34,40	14,10	12,45	277,00	249,00
	Richtpr. höher	0,20	0,60	2,65	1,55	23,00	11,00

Bei Kupfer lagen also zeitweise die deutschen Richtpreise etwas unter Parität zu London.

Zahlentafel 2. Preisindexziffer der „Metallwirtschaft".

1909/13 = 100	31. X. 1934	28. XI. 1934	27. XII. 1934
Gesamtindex . .	44,7	43,6	43,6
Kupfer	29,6	29,6	29,6
Blei	46,9	45,3	45,3
Zink	37,0	35,9	35,9
Zinn	82,5	82,5	82,5
Aluminium . . .	111,1	100,0	100,0
Nickel	83,1	83,1	83,1
Antimon	90,5	132,2	131,0

In dem Preisindex für Antimon kommt die durch die chinesischen Monopolstellen veranlaßte Haussebewegung zum Ausdruck. Nach einem Rückschlag Anfang Dezember 1934 zogen die Preise von neuem an. *Lw.*

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]). — Das Ergebnis des November 1934 kommt bei der Einfuhr in einer Verringerung gegenüber dem Parallelmonat des Vorjahrs um 0,081 Mill RM[2]) (2 %) zum Ausdruck. Diese betraf in der Hauptsache isolierte Leitungen, Funkröhren, elektrotechnische Kohlen und Instrumente, während der Import von Radiobestandteilen und Maschinen gestiegen ist. Waren und Apparate hat England vorwiegend wieder aus den V. S. Amerika, Deutschland (0,938 Mill RM) und den Niederlanden bezogen. Die Ausfuhr ist im Vergleich zum November 1933 um 3,183 Mill RM (29 %) gewachsen, und zwar bei allen Erzeugnissen mit Ausnahme von Sendern (ohne Röhren), Schwachstromapparaten, Akkumulatoren und Batterien sowie von kleineren Generatoren. Große Stromerzeuger, Motoren und isoliertes Leitungsmaterial weisen u. a. eine erhebliche Wertzunahme auf. Eine solche ergibt sich auch bei den Verschiffungen von Waren und Apparaten nach der Südafrikanischen Union und Australien, dagegen hat sich die Ausfuhr nach Dänemark und Ägypten beachtlich vermindert.

Erzeugnisse	Einfuhr in Mill RM		Ausfuhr in Mill RM	
	1934	1933	1934	1933
	November			
Maschinen	0,476	0,397	4,061	2,698
Waren und Apparate .	3,740	3,900	10,004	8,184
	4,216	4,297	14,065	10,882

fm.

[1]) Nach Electr. Rev., Lond., Bd. 115, S. 869. Vgl. ETZ 1934, S. 312, 1288.

[2]) 1 RM = 0,08 £.

Berichtigung.

In dem Rundschauartikel „Neue Dauermagnetstähle" in H. 48 der ETZ 1934 auf S. 1182 muß es am Schluß bei der Quellenangabe heißen: Physik. Z. Bd 35.

Abschluß des Heftes: 18. Januar 1935.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Harald Müller in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 31. Januar 1935 | Heft 5

Erster Überblick über die Elektrotechnik auf der Leipziger Messe 1935.

Die diesjährige Leipziger Messe (3. bis 10. März) wird dem Besucher ein umfassendes Bild über den Fortschritt auf dem Gebiete der Elektroindustrie im letzten Jahre vermitteln. In erster Linie werden den Käufer die erzielten Vervollkommnungen von Maschinen und Geräten interessieren, die auf der Auswertung der praktischen Erfahrungen bei der Anwendung in den Betrieben beruhen. Um dem Leser zu zeigen, in welcher Richtung die Weiterentwicklung sich vollzogen hat, sei hier über einige Hauptgebiete eine kurze zusammenfassende Übersicht gegeben.

1. Installationstechnik. Hier ist in erster Linie die steigende Verwendung von Installations-Selbstschaltern zu erkennen, die neben der Schmelzsicherung Leitungen und Geräte bei auftretenden Fehlern selektiv von der Stromquelle abtrennen. Ferner ist Wert auf leichte Zugänglichkeit und leichte Anschlußmöglichkeit der Geräte gelegt. Die verwendeten Isolierstoffe haben eine weitere Verbesserung erfahren. Sinngemäß werden von Spannung beanspruchte Teile vorzugsweise aus keramischen Isolierstoffen hergestellt, um Kriechwegbildung in feuchten Räumen zu vermeiden, während Gehäuse zum Schutze gegen Berührung spannungführender Teile aus Preßstoff hergestellt werden, der im Laufe der letzten Jahre höhere mechanische und elektrische Festigkeit erhalten hat und eine gefällige Formgebung ermöglicht. Dabei ist das Streben nach Anpassung an die VDE-Vorschriften hervorzuheben.

2. Haushaltgeräte. Die Tarifpolitik der Elektrizitätswerke ermöglicht heute die Anwendung von Haushaltgeräten in größerem Maßstabe als in früheren Jahren. Wir finden bei diesen Geräten die Dauerhaftigkeit, erhöhte Wärmeausnutzung und die Formgebung betont. Bei ortsbeweglichen Geräten ist besonderer Wert auf eine richtige Ausnutzung der verwendeten Baustoffe gelegt, um das Gerät so klein und leicht wie möglich zu halten. Bei den Herden ist die Anheizdauer verkürzt und der Wirkungsgrad verbessert worden. Insbesondere sind keramische Baustoffe angewandt, die starken Temperaturstürzen standhalten können, um die früher beobachtete Beschädigung der Geräte im täglichen Gebrauch zu verhüten. Anschlußsteckvorrichtungen und Anschlußschnüre, früher oft eine Quelle mancher Unzuträglichkeit, haben durch Einführung der massiven Stifte und Verlegung der Federung in die Steckdosen eine grundsätzliche Verbesserung erfahren. Bemerkenswert ist die Vorbereitung der Geräte zum Schutz gegen Störung des Rundfunkempfanges und ihr Schutz gegen Berührung spannungführender Teile.

3. Motorische Antriebe. Das enge Zusammenarbeiten des Herstellers mit seinen Abnehmern kommt auf dem Gebiete der Antriebsmotoren besonders zum Ausdruck. Der Elektromotor wird heute seinem Verwendungszweck in der Formgebung angepaßt, so daß er mit der anzutreibenden Maschine zu einer Einheit zusammenwächst. Bei großen Werkzeugmaschinen wird die Antriebskraft für die verschiedenen Arbeitsverrichtungen auf mehrere kleinere Motoren unterteilt, die jeder für sich angelassen und geregelt werden. Die Forderung nach verlustloser Drehzahlregelung auch in Drehstromanlagen, wie sie in der Papier-, Textil- und Zementindustrie häufig vorliegt, wird in vollkommener Weise von dem Drehstrom-Nebenschlußmotor erfüllt, dessen Regelung für Leistungen bis 250 kW auf der Messe vorgeführt wird. Die physikalischen Ursachen des störenden Motorgeräusches sind erforscht worden; der Messebesucher wird Motoren mit nahezu geräuschlosem Gang vorfinden. Der Kleinmotor erobert sich in Industrie, Gewerbe und Haushalt dank seiner sofortigen Betriebsbereitschaft, Anspruchslosigkeit in der Wartung, Sauberkeit in der Handhabung und Wirtschaftlichkeit fortschreitend neue Anwendungsgebiete, die im einzelnen auf den Ständen der verschiedenen Ausstellungshallen zu verfolgen sind.

4. Schaltgeräte. Die Mehrfachantriebe haben wiederum die Durchbildung der Fernsteuerung durch Schütze und Motorschutzschalter gefördert. Die Abmessungen dieser Schütze konnten durch Beschränkung ihres Aufgabenkreises auf den Überlastungschutz der Motoren verkleinert werden, wobei der Kurzschlußschutz vorgeschalteten Sicherungen zugewiesen wird. Diese Sicherungen sind vollkommen geschlossen und arbeiten bis zur Nennabschaltleistung ohne äußere Feuererscheinungen. Die Sicherungen für Niederspannungskreise werden je nach ihrem Verwendungszweck mit schnellwirkender oder verzögerter Abschaltung auf den Markt gebracht und können unter sich und mit Selbstschaltern selektiv gestaffelt werden. Auf dem Gebiete der Hochspannungsicherungen hat eine lebhafte Entwicklung stattgefunden, seitdem diese Sicherungen koronafest und für hohe Kurzschlußleistungen hergestellt werden.

Die grundlegende Umwälzung, die das Schalterproblem durch die Entwicklung ölloser und ölarmer Hochspannungschalter erfuhr, hat in dem letzten Jahre eine weitere Ausbreitung und Vertiefung erfahren. Die Serien ausgestellter Geräte von kleinen Leistungstrennschaltern an bis zu den Hochleistungschaltern für hohe Spannungen geben ein Bild zielbewußter Entwicklung. Dies erscheint um so bemerkenswerter, als Deutschland zuerst die Bedeutung der öllosen und ölarmen Schalter für die Betriebsicherheit elektrischer Energieversorgung erkannte und diesen Gedanken erfolgreich in die Praxis überführte.

Dem gleichen Zwecke höherer Betriebsicherheit dienen die ausgestellten neuen Überspannungsschutzgeräte für Hoch- und Niederspannungsnetze. Die bemerkenswerten Fortschritte auf diesem

Digitized by Google

Gebiete sind der engen Zusammenarbeit des streng wissenschaftlichen Forschens mit der Praxis zu verdanken.

An Gleichrichtern sind auf der diesjährigen Messe Großgleichrichter mit Eisengefäßen und für mittlere und kleinere Leistungen Glasgleichrichter zu sehen, die z. T. mit Steuergittern ausgerüstet sind und zum Anlassen und Regeln von Motoren dienen. Zum Aufladen kleinerer Akkumulatorenbatterien werden Kupferoxyd-Gleichrichter verwendet.

Auf allen diesen Gebieten werden den Fachmann und Käufer in erster Linie die praktisch bereits in längerem Betriebe erprobten Geräte interessieren, die in laufender Fertigung hergestellt und in kurzer Zeit lieferbar sind. Daneben wird eine Reihe von Neuerungen zu sehen sein, die die zukünftige Entwicklung kennzeichnen.

Auf dem Gebiete der Isoliertechnik stehen dem Markt nach wie vor die bewährten Preßstoffe auf Bakelitgrundlage und die hochwertigen Erzeugnisse der keramischen Industrie zur Verfügung, die durch Verringerung ihrer elektrischen Verluste, Erhöhung der Schlagbiegefestigkeit verbessert wurden, während keramische Stoffe heute mit Dielektrizitätskonstanten bis zum Werte 100 hergestellt werden können. *wes*

Über die Grenzen der Meßgenauigkeit bei Eichung und Kontrolle von Elektrizitätszählern.

Von H. Vogler, Leipzig.

Übersicht. Es wird untersucht, wo die Grenze der Meßgenauigkeit für Zähler z. Z. liegt.

Die Anforderungen, die an die Genauigkeit der Apparate für Verrechnungszwecke gestellt werden, sind in den letzten Jahren entsprechend dem technischen Fortschritt ganz bedeutend gestiegen. Das gilt besonders für die Elektrizitätszähler und unter diesen an erster Stelle für die Zähler, die zur Verrechnung größerer Energiemengen bestimmt sind. Dieser an sich berechtigte Wunsch nach größter Meßgenauigkeit darf jedoch nicht dazu führen, Forderungen an den Zähler zu stellen, die über den Stand der heutigen Meßtechnik hinausgehen und die mit den normal zur Verfügung stehenden Mitteln gar nicht nachgeprüft werden können. Es ist deshalb zu untersuchen, wo die Grenze der Meßgenauigkeit z. Z. liegt, damit übertriebene Forderungen vermieden werden.

Das genaueste in der Praxis zur Verfügung stehende Mittel zur Eichung und Kontrolle eines Zählers ist das Wattmeter. Die Meßgenauigkeit eines Zählers ist also auf alle Fälle durch die des zum Vergleich benutzten Wattmeters begrenzt. Ferner hängt die Meßgenauigkeit noch von der Genauigkeit der Zeitbestimmung (es handelt sich ja um Messung einer Arbeit = Leistung × Zeit) ab, die meistens mit der Stoppuhr ausgeführt wird.

Bezeichnet man mit α den Ausschlag, mit C die Konstante des Wattmeters und mit t die Zeit, so ist die gemessene Arbeit $A = C\,\alpha\,t$. Ist die Wattmetermessung (α) mit einem Fehler $\pm\,\xi$ und die Zeitmessung (t) mit einem Fehler $\pm\,\eta$ behaftet, so hat die Arbeitsmessung den Fehler

$$\varepsilon = \xi\,\frac{\partial\, C\,\alpha\, t}{\partial\,\alpha} + \eta\,\frac{\partial\, C\,\alpha\, t}{\partial\, t}$$

$$\varepsilon = C\,(\xi\, t + \eta\,\alpha),$$

oder in % von A ausgedrückt:

$$\Delta = \pm\,\frac{\varepsilon\cdot 100}{A} = \pm\left(\frac{\xi}{\alpha}\right) + \frac{\eta}{t}\cdot 100\,\%.$$

Die Meßgenauigkeit eines Wattmeters üblicher Bauart ist im Mittel 0,1 % des Endausschlags. Die Ablesegenauigkeit wird im günstigsten Fall 0,1 % und der Temperaturfehler 0,05 % betragen. Die Genauigkeit der Leistungsmessung wird also in der Praxis nicht größer als $\pm$ 0,2 % des Endausschlages sein; d. h. bei einer üblichen Skala von 150 Teilstrichen ist $\xi = 0{,}3$ Teilstriche.

Der Zeiger einer Stoppuhr bewegt sich nicht kontinuierlich, sondern sprungweise über die Skala. Bei einer Uhr, bei der der Umfang in 30 s geteilt ist, betragen diese Sprünge 0,1 ··· 0,2 s und bei einer Uhr mit 60 s-Teilung 0,2 ··· 0,4 s. Die Abweichungen einer gut geregelten Stoppuhr betragen 5 ··· 10 s/Tag. Dazu kommen noch die Fehler infolge exzentrischen Zifferblattes. Man kann also als niedrigsten Fehlerwert der Zeitmessung $\eta = 0{,}2$ s ansetzen. Setzt man diese Werte in obige Gleichung ein, so erhält man den Gesamtfehler der Messung. Nicht berücksichtigt sind dabei etwaige Leistungschwankungen während der Messung, die natürlich den Fehler vergrößern können.

In Abb. 1 ist der Fehler in Abhängigkeit vom Ausschlag des Wattmeters aufgetragen. Als Abszisse ist der Instrumentausschlag in Skalenteilen und als Ordinate der Fehler in Prozent aufgezeichnet. Kurve *a* gibt die Fehler bei einer Meßdauer von 1 min, *b* die Fehler bei einer Meßdauer von 2 min und *c* die Fehler bei einer Meßdauer von unendlich langer Zeit, d. h. die kleinsten erreichbaren Fehler an.

Die Messungen zur Kontrolle von Zählern werden meistens über die Dauer von 1 min, bei besonders genauer Messung auf 2 min erstreckt (Kurve *b*). Wie man aus Abb. 1 ersieht, ist selbst bei 2 min (Kurve *b*) die Meßgenauigkeit bei Endausschlag des Wattmeters nicht größer als $\pm$ 0,36 %, bei einem Ausschlag von 120 Skalenteilen $\pm$ 0,416 %, bei 80 Skalenteilen $\pm$ 0,54 % usw. Durch Ausdehnung der Messung auf sehr lange Zeiten lassen sich diese Werte auf (Kurve *c*) $\pm$ 0,2, $\pm$ 0,25 und $\pm$ 0,37 % herabdrücken, doch ist zu bedenken, daß bei längerer Beobachtungsdauer die absolute Konstanthaltung der Leistung immer schwieriger und die Messung immer zeitraubender und damit teurer wird, so daß Beobachtungszeiten über 2 min nicht in Frage kommen können. Man sieht also, daß eine einigermaßen gute Genauigkeit (0,4 ··· 0,5 %) nur bei Benutzung des Wattmeters im oberen Fünftel seines Meßbereiches erreicht werden kann. Schon in der Mitte der Skala wird der Fehler $\pm$ 0,7 % und steigt im unteren Drittel auf $\pm$ 0,8 ··· 1,8 %.

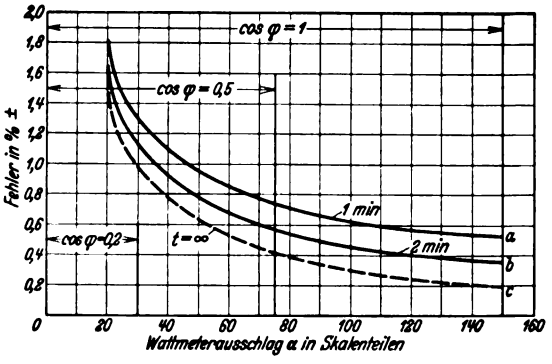


Abb. 1. Fehler in Abhängigkeit vom Wattmeterausschlag bei verschiedener Meßdauer.

Aus Abb. 1 geht hervor, daß man Zähler bei $\cos\varphi = 1$ mit einer Genauigkeit von $\pm$ 0,4 ··· 0,5 % einstellen kann, wenn man es durch geeignete Wahl des Meßbereiches des Wattmeters so einrichtet, daß die Wattmeterablesungen nur im obersten Fünftel der Skala erfolgen. Bei $\cos\varphi = 0{,}5$ ist die Wirkleistung gleich der Hälfte des Produktes aus Strom und Spannung. Ist nun ein Wattmeter, wie es normalerweise der Fall ist, so eingerichtet, daß es für die höchstzulässige Spannung und Stromstärke bei $\cos\varphi = 1$ seinen Endausschlag erreicht, so kann eine Leistungsmessung bei $\cos\varphi = 0{,}5$ nur auf der unteren Hälfte der Skala erfolgen. Das bedeutet, daß die Energiemessung gemäß Kurve *b* mit einem Fehler von mindestens $\pm$ 0,56 % behaftet ist. Will man die Genauigkeit wie bei $\cos\varphi = 1$ erreichen, muß das Wattmeter um 100 % überlastbar sein. Entsprechend würde der Fehler bei $\cos\varphi = 0{,}2$ mindestens $\pm$ 1,1 % betragen. Die Skalenbereiche für $\cos\varphi = 1$, $\cos\varphi = 0{,}5$ und $\cos\varphi = 0{,}2$ sind in Abb. 1 eingezeichnet. Die obigen Betrachtungen gelten ganz allgemein für Einphasen-Wechselstrom, Dreileiter-Drehstrom (Aronschaltung) und Vierleiter-Drehstrom.

Digitized by Google

Zu diesen Fehlern kommt noch derjenige, den der Winkelfehler des Wattmeters verursacht, der dadurch entsteht, daß der Strom in der Spannungspule nicht in Phase mit der Spannung ist. Ist der Fehlwinkel Ψ, so ist der Fehler des Wattmeters infolge dieses Fehlwinkels $\Gamma = \operatorname{tg}\varphi \cdot \sin\Psi \cdot 100\,\%$, wenn φ der Winkel zwischen Strom und Spannung der zu messenden Leistung ist. Bei $\varphi = 0$ ($\cos\varphi = 1$) ist er praktisch Null, wächst aber mit dem $\operatorname{tg}\varphi$, so daß er bei großer Phasenverschiebung beträchtlich werden kann. Diese Winkelfehler können bis 30′ betragen und sind bei den einzelnen Wattmetern sehr verschieden und in der Regel nicht bekannt, so daß Messungen bei großer Phasenverschiebung mit besonderer Unsicherheit behaftet sind. Ist z. B. der Winkelfehler 10′, so würde die am Wattmeter angezeigte Leistung durch diesen Fehler allein bei $\cos\varphi = 0{,}5$ um 0,5 % und bei $\cos\varphi = 0{,}2$ um 1,4 % falsch sein. Schon aus diesem Grund kann bei Leistungsmessungen bei größerer Phasenverschiebung mit einer sehr großen Genauigkeit nicht gerechnet werden.

Die oben behandelten Fehler bei der Eichung und Kontrolle von Zählern sind Fehler, die nur durch die Ungenauigkeit der Wattmeter und Stoppuhren verursacht sind. Zu diesen Fehlern kommen nun noch die individuellen Fehler der messenden Person, die je nach Geschicklichkeit und Übung des Messenden groß oder klein sein können. Hier sind besonders anzuführen die Ablesefehler an Wattmeter und Stoppuhr, z. B. das Abschätzen des Wertes, wenn der Zeiger zwischen 2 Teilstrichen steht. Ferner gehört hierher der Fehler, der durch die Zeit entsteht, die der Messende braucht, um den Willen zur Betätigung der Stoppuhr in die Tat umzusetzen. Dieser Fehler kann verhältnismäßig groß sein und ist, wie die Erfahrung zeigt, schon bei ein und derselben Person zu verschiedenen Zeiten verschieden. Er kann natürlich durch Übung klein gehalten werden, wird aber wohl niemals Null sein. Die in vorstehendem genannten Fehler sind also durchaus Mindestfehler.

Selbstverständlich ist es möglich, durch besondere Vorrichtungen (z. B. thermische Leistungsmessung, selbsttätige Zeitmessung) genauere Energiemessungen zu erreichen, doch dürfte dies in der Praxis zu zeitraubend und kostspielig sein.

Aus dem Obengesagten geht hervor, daß es mit den normalen, allgemein gebräuchlichen Mitteln nicht möglich ist, die Energiemenge, die durch einen Zähler geflossen ist, und damit die Anzeigegenauigkeit des Zählers genauer als mit einem Fehler von $\pm 0{,}4\,\%$ bei $\cos\varphi = 1$ festzustellen. D. h. aber, daß, wenn mit einer Apparatur *A*, z. B. derjenigen der Lieferfirma, der Zähler eingestellt wird und diese Einstellung zufällig den Fehler + 0,4 % hat, mit einer anderen Apparatur *B*, z. B. der des Kunden, der Zähler kontrolliert wird und bei dieser Messung der gemachte Fehler zufällig — 0,4 % ist, der Kunde (Apparatur *B*) bei ungenügender Fachkunde behaupten wird, der Zähler zeige um 0,8 zu wenig. Bei $\cos\varphi = 0{,}5$ und $\cos\varphi = 0{,}2$ würden dann sogar Differenzen von — 1,2 % und — 4 % festgestellt werden, wobei ein Wattmeter ohne Winkelfehler angenommen ist. Bei Zählern, die in Serieneichung (Synchroneichung) eingestellt werden, würden die Verhältnisse noch ungünstiger, da schon der Normalzähler, der mit dem Wattmeter geeicht wird, die oben erwähnten Fehler hat, zu denen dann noch der Fehler bei der Eichung der Serie nach dem Normalzähler kommt.

Es hat demzufolge keinen Sinn, übertriebene Forderungen an die Meßgenauigkeit der Zähler zu stellen, denn mit den allgemein gebräuchlichen Apparaturen besteht überhaupt keine Möglichkeit, Abweichungen vom Sollwert von $\pm 0{,}5\,\%$ und darunter mit Sicherheit festzustellen. Die PTR berücksichtigt diesen Umstand dadurch, daß sie die Forderungen für die Beglaubigungsfehlergrenzen nie übertreibt.

Belastung von Schiebewiderständen.

Neue Richtlinien der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Von Prof. Dr. **Gg. Keinath**, Berlin.

Schiebewiderstände und Belastungswiderstände in tragbarer Ausführung mit fest einstellbarer Regelungsschelle werden von einer Reihe von Firmen in ähnlicher Ausführung hergestellt und sind in größerer Zahl in Verwendung. Leider besteht bisher zwischen den Herstellern absolut keine Einigkeit hinsichtlich der Angabe der zulässigen Wattbelastung. Der Vergleich der Preislisten von verschiedenen Herstellern hat ergeben, daß bei ganz ähnlichen Konstruktionen sich die Wattbelastung zwischen 0,23 und 1,25 W/cm² bewegt und daß dementsprechend auch die Übertemperatur annähernd in gleichem Maße verschieden ist. Es sind Widerstände im Handel, bei denen in ungünstigster Lage die Endtemperatur sich in der Größenordnung von 200 ° C bewegt, während andere ganz ähnlicher Herstellung aber Endtemperaturen bis zu 440 ° C haben. Manche Gebraucher haben sich in der Weise geholfen, daß sie bei gewissen Erzeugnissen einfach die Hälfte der angegebenen Wattzahlen als zulässig angesetzt haben.

Seit Jahren ist versucht worden, eine Normung der Belastung dieser Widerstände durchzuführen, aber ohne Erfolg. Es ist dabei geltend gemacht worden, daß für solche Widerstände bereits Vorschriften bestünden, und man hat gesagt, daß die Regeln für Motoranlasser[1]) dabei zu gelten hätten, die z. B. vorschreiben, daß die austretende Luft keine höhere Temperatur als 160 ° C haben dürfte. Man hat aber dabei nicht angeben können, an welcher Stelle des Widerstandes diese Temperatur gemessen werden soll. Bei dem Gedankenaustausch zwischen dem Verfasser und einem Hersteller, der sehr hohe Belastung für seine Widerstände angibt, wurde geltend gemacht, daß die hohe Wattbelastung auch tatsächlich gehalten werden könnte, weil die Angaben in den Listen nur so zu verstehen seien, daß der Höchstwert der Nennstromstärke nur die letzten Windungen des Widerstandes durchfließen darf, wenn sein Schieber fast auf Null Ohm eingestellt ist. Jede weitere Verstellung bewirke dann ausnahmslos eine Verminderung der Stromstärke. Auch in anderen Einzelheiten ergab sich eine vollständige Verkennung der physikalischen Grundsätze. Es wurde beispielsweise gesagt, daß die Festlegung einer Belastung für den cm² Oberfläche falsch sei, daß beispielsweise eine Festlegung auf der Basis „W/cm³ des von der Abdeckung umschlossenen Raumes“ richtiger sei.

Da zur Klärung des Marktes eine Festlegung der Belastung für diese Schiebewiderstände als unbedingt notwendig erachtet wurde, trat die Technische Kommission der Fachgruppe 10, „Meßwesen“, der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie zusammen, um eine Festlegung über die zulässige Belastung dieser Widerstände zu treffen. Nach eingehender Beratung und Prüfung der Unterlagen wurde folgende Regelung getroffen:

Für Festwiderstände ist die zulässige Belastung im Sinne der Angaben in den Preislisten: 0,8 W/cm² Rohroberfläche, für Widerstände mit Gleitschieber 0,5 W/cm² Rohroberfläche. Dabei ist bereits berücksichtigt, daß der Widerstand in beliebiger Lage gebraucht werden kann, senkrecht, waagerecht, mit Abdeckung oder ohne Abdeckung, und daß die erreichten Temperaturen in der ungünstigsten Lage gerade an die Grenze des zulässigen herangehen. Man kommt unter ungünstigen Umständen bei Gleitwiderständen auf eine Übertemperatur von 260 ··· 280 °, für Widerstände mit fester Einstellung auf 320 ··· 350 °. Gegenwärtig werden Widerstände mit Gleitschieber verkauft, bei denen die Belastung bis zu 1,25 W/cm² steigt.

Die an der Festlegung von Belastungsgrenzen für derartige Widerstände interessierten Firmen haben deshalb zugestimmt, daß in den Preislisten die Belastungsangaben entsprechend dieser Festlegung gemacht werden. Es ist damit zu rechnen, daß in der Zukunft die Gebraucher von Schiebewiderständen sich auf die angegebenen Belastungsgrenzen verlassen können. Eine eigentliche Normung der Widerstände ist damit keineswegs veranlaßt, denn es bleibt jedem Hersteller vollkommen freigestellt, die Abmessungen und die Bauweise nach eigenem Belieben zu wählen. Festgelegt sind lediglich die Maximaltemperaturen, und zwar in sehr großzügiger Weise, die nur die schlimmsten Überschreitungen der zulässigen Werte unmöglich macht.

[1]) VDE 0650/1928.

Digitized by Google

Einfluß der Schienenstreuströme elektrischer Straßenbahnen auf die Korrosion in Turbinenkondensatoren.

Von August Smolanski, Kattowitz.

Übersicht. Es wird über Untersuchungen berichtet, die auf Veranlassung eines Hüttenwerkes zur Erklärung der Korrosion in Turbinenkondensatoren vorgenommen wurden. Die Korrosion hat die flußeisernen Rohrböden in zwei Oberflächenkondensatoren eines 20 000 kVA-Turbosatzes sehr beträchtlich angegriffen und in vier Jahren rd. 1200 kg Eisen von diesen weggefressen. Alle vier Rohrböden wurden bis zur Hälfte ihrer Stärke fast gleichmäßig zerstört, von den 24 mm sind etwa 12 mm, an manchen Stellen noch weniger geblieben, unter der Rostschicht war die Eisenoberfläche metallisch blank. Die Messingrohre haben sich dagegen gut bewährt, ohne Lochanfressung oder Entzinkung zu zeigen. Da das Hüttenwerk auf drei Seiten von Straßenbahnschienen umgeben ist, stellte die Verwaltung durch eigene Messungen bis 8 V ansteigende Schienenspannungen gegen verschiedene Eisenmassen im Kraftwerk fest und machte die Straßenbahn für die Korrosion verantwortlich. Messungen zur Bestimmung des Anteils der Schienenstreuströme an der Korrosion wurden dem Kattowitzer Überwachungsverein übertragen und vom Verfasser durchgeführt. Schienenstreuspannungen und -ströme in der Wasserkühlanlage und an den Kondensatoren konnten nur in geringer Größe nachgewiesen werden, welche keinen merklichen Einfluß auf die Korrosion haben kann. Die Ursache der Korrosion war demzufolge in den Kondensatoren selbst zu suchen. Es lag die Vermutung nahe, daß die Korrosion infolge der elektrochemischen Reaktionen in den aus Eisenböden, Messingrohren und gut leitendem Kühlwasser gebildeten galvanischen Ketten auftritt. Diese Vermutung hat sich als zutreffend erwiesen, die Messungen im Laboratorium an einem Modellelement haben sie glänzend bestätigt.

Einen Einblick in die Spannungsverhältnisse im Strömungsfeld auf dem Gebiete des Kraftwerks der von den beiden Zweigstrecken (s. Abb. 1) der Straßenbahnschienen

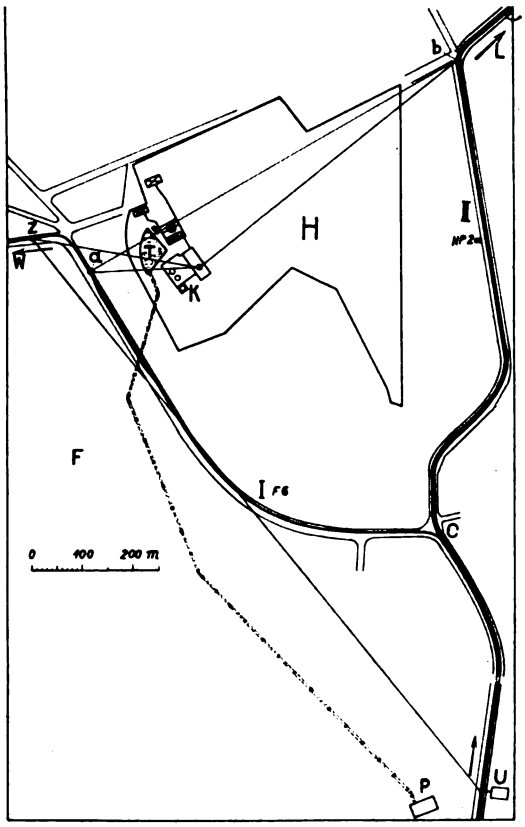


Abb. 1. Lageplan des Hüttenwerkes.

entweichenden Streuströme lieferten die Messungen des Spannungsabfalls in den Schienen auf der rd. 2 km langen, von *C* ab eingleisig auf Holzschwellen verlegten Strecke *U—Z* und der Schienenpotentiale von *a* und *b* auf den beiden Zweigstrecken gegen die Kondensatoren *K*. Der Spannungsabfall (Abb. 2) weist den vorschriftsmäßig ermittelten zu hohen Mittelwert von rd. 3 V und Spitzenwerte bis 9 V aus. Das Schienenpotential von *a* gegen die Kondensatoren (V_{aa} in Abb. 3) ist meist positiv mit Spitzen bis 7 V und dem Mittelwert 2,5 V. Ähnlich gestaltete sich V_{ab} (Abb. 4); die Augenblickswerte waren jedoch geringer, und Spitzen bis zu 7 V folgten langsamer aufeinander. Die negativen Werte in den Diagrammen traten seltener und in geringen Höhen auf, wenn die Belastung (Bahnwagen) so weit von den Schienenpunkten *a* bzw. *b*

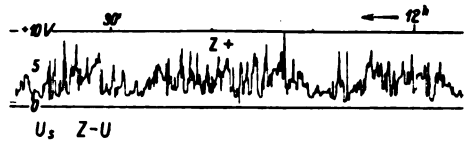


Abb. 2. Spannungsabfall in der Strecke *Z—U*.

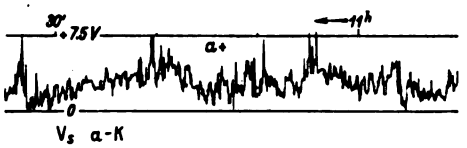


Abb. 3. Schienenpotential von *a* gegen die Kondensatoren *K*.

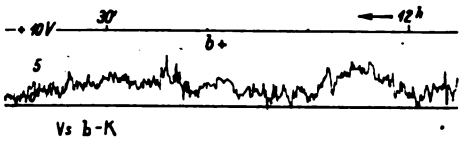


Abb. 4. Schienenpotential von *b* gegen die Kondensatoren *K*.

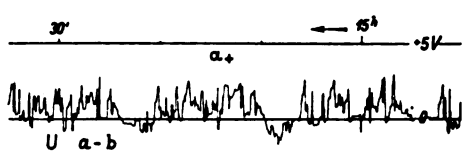


Abb. 5. Potentialunterschied zwischen den Schienenpunkten *a* und *b*.

Abb. 2 ··· 5. Ausschnitte von Registrierdiagrammen.

entfernt ist, daß sich diese schon im negativen Bereiche des Schienenpotentials gegen Erde befanden. Der Spannungsunterschied zwischen *a* und *b* (Abb. 5) deutet auf größeren Einfluß der Strecke *C—Z* gegenüber der doppelgleisigen Strecke *C—L*. Die Belastung von 100 A in *Z* bewirkt Aufstieg von V_{aa} um 2 V, den Spitzenwerten 9 V entsprechen also 450 A in *Z*; der Spannungsabfall in der eingleisigen Strecke *C—Z* wurde zu 2,7 V/km (bei 130 A in *Z*) bestimmt.

Als Folgerung ergibt sich, daß das Kraftwerk in einer Senke des Strömungsfeldes der beiden Straßenbahnstrecken liegt, etwa wie ein Tal zwischen zwei Potentialgebirgen; demzufolge sind dort nur geringe Stromdichten und Potentialgradienten zu erwarten, da eben die Schienenstreuströme sich bereits über große Erdbereiche zerstreut haben.

Spannungsdifferenzen und Ströme im Kühlwasser-Leitungsnetz.

Abb. 6 zeigt den Plan der Wasserkühlanlage, die ausgewählten Meßpunkte[1]) und bei einigen ihre Ausbreitungswiderstände, ferner die Mittelwerte der mit einem

[1]) Die Meßpunkte im warmen Kühlwasser (in den oberirdisch auf Holzstützen rd. 7 m hoch verlegten Holzrinnen) sind mit Ziffern *1 ··· 17* bezeichnet, im kalten Kühlwasser (unter den als Rechtecke mit römischen Zahlen angedeuteten Kühltürmen) mit $W_1 \cdots W_8$, im Teich mit T_1, T_2, an den Gußeisenrohren mit kaltem Kühlwasser (teilweise auf dem Erdboden, sonst wie in Abb. 5 gestrichelt unterirdisch verlegt) mit $R_1 \cdots R_8$, an den das Verbindungsrohr zwischen den Holzrinnen (*11···12*) tragenden Maststützen mit $St_1 \cdots St_3$, und an den im Erdboden 75 cm tief eingeschlagenen 12 mm starken Eisensonden mit $S_1 \cdots S_4$. Die elektrische Verbindung mit Wasser erfolgte mittels gußeiserner auf Eisenstangen befestigter und in Wasser eingetauchter Gitterplattenelektroden von rd. 4 dm². Die dabei an gleichen in dasselbe Wasser eingetauchten Elektroden entstehenden Polarisationsspannungen hoben sich gegenseitig nicht auf, es blieb eine konstante Spannung bestehen — wohl durch die sich im schnell fließenden Wasser bildenden Wirbel bedingt — der sich die anderen zeitlich schwankenden Spannungen überlagerten.

Digitized by Google

Präzisions-Millivoltmeter von 10 000 Ω/V gemessenen Spannungen. Die Pfeile zwischen den Meßpunkten sind von Plus nach Minus gerichtet, das Zeichen ~ bedeutet die Schwankungen der Spannung.

Die Messungen wurden meist zwischen 9 und 13 h bei normalem Straßenbahnverkehr und gutem Aprilwetter ausgeführt.

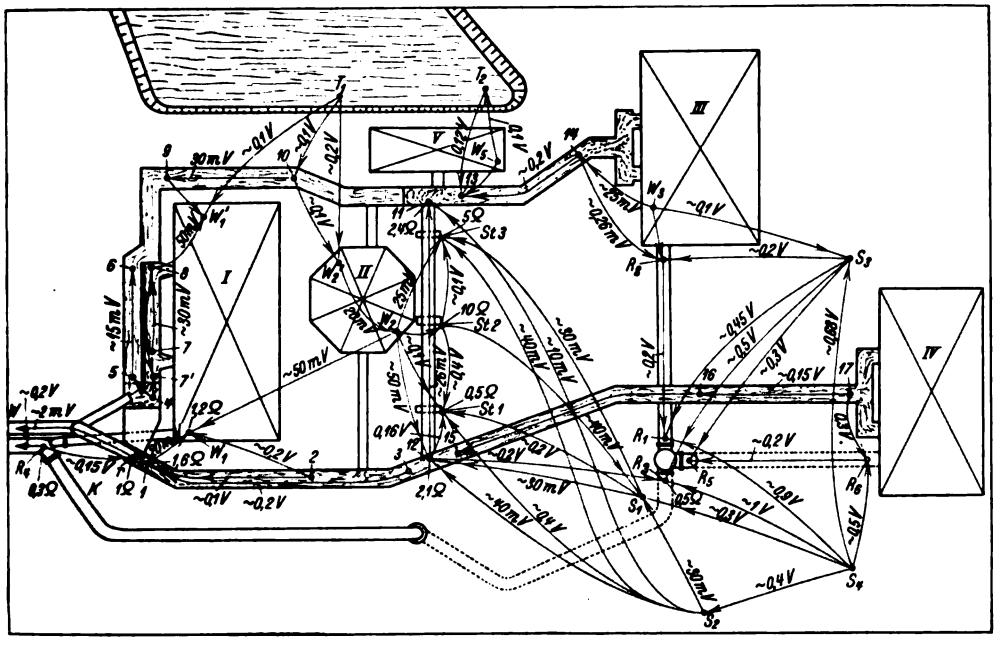


Abb. 6. Wasserkühlanlage, Meßpunkte und die Mittelwerte der gemessenen Spannungen.

Die gemessenen Spannungen, meist in der Größenordnung 10 oder 100 mV, bestehen aus einer konstanten Komponente, die vielmals größer ist als die zu erwartende Polarisationsspannung[2]), und einer überlagerten schwankenden Komponente von demselben Charakter wie die Spannungen der Straßenbahnschienen. Dieser Charakter des Bahnbetriebes ist in den Abb. 7 und 8 deutlich zu erkennen. Abb. 7 stellt das aus 15 sekundlichen Ablesungen hergestellte Zeitdiagramm der Spannung am Rohr zwischen R_5 und R_6 sowie das Fahrdiagramm[3]) der bei der Messung gleichzeitig beobachteten Straßenbahnwagen auf

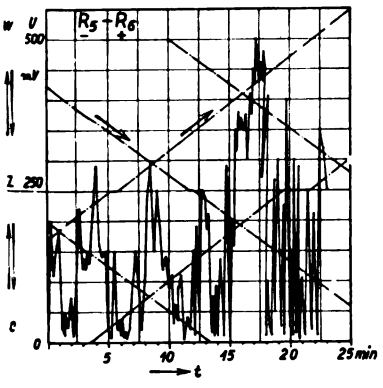


Abb. 7. Zeitdiagramm der Spannung zwischen R_5 und R_6 und Fahrdiagramm der Straßenbahn auf der Strecke C—Z—W.

der Strecke C—Z—W dar. Abb. 8 zeigt die in 24 h zwischen den Punkten *3* und *r* alle 20 min registrierte Spannung, welche in ihrem Charakter an die tägliche Bahnbelastungskurve erinnert. Auch die anderen, hier ausgelassenen Spannungsdiagramme haben erwiesen, daß die überlagerte Komponente die Schienenstreuspannung ist.

[2]) Diese von der Elektrodenentfernung abhängige, die Elektrodenpolarisationsspannung übertreffende Komponente kann auf die räumlichen galvanischen Ketten im feuchten Erdboden zurückgeführt werden, so daß nun das Strömungsfeld als raumladungsbeschwertes Doppelschicht-Quellenfeld anzusehen wäre. Ein von der Schlackenhalde hinter Kühlturm *IV* im Kraftwerksgebiet eintretender Fluß elektrolytischer Gleichströme wurde zwischen Eisensonden, die in den Boden getrieben waren, festgestellt.

[3]) *Z* bedeutet hierbei die Haltestelle an der Krümmung gegenüber dem Turm *III*.

Sehr übersichtlich beweisen das die Diagramme wie Abb. 9, wo die gleichzeitig mit V_{sa} gemessene Spannung zwischen *1* und *3* in Abhängigkeit von V_{sa} dargestellt ist. Obwohl die einzelnen Meßpunkte im Diagramm zerstreut sind — denn die Spannung *1–3* wird außer von V_{sa} auch von den anderen wechselnden Spannungen beeinflußt —, lassen sie sich doch zwischen zwei Parallelen einschließen. Die konstante Komponente geben die Schnittpunkte der Geraden mit der Ordinatenachse, also 25 und 62 mV. Ähnliche Diagramme hat man bei vielen anderen Spannungen ermittelt.

Die größte Amplitude der überlagerten Schienenstreuspannung von — 250 bis + 300 mV (also 0,55 V) ist in der Spannung zwischen *13* und *14* auf 16 m Länge in einer Rinne von 120 × 35 cm Wasserquerschnitt gemessen worden. Der spezifische Widerstand des Kühlwassers von 35 ° C betrug 37 Ωcm, also der Widerstand der Meßstrecke 14,1 Ω. Die den 0,55 V entsprechende größte Stromspitze 0,04 A kann nur kurzzeitig dauern und auch selten auftreten, der mittlere Strom wird allerdings viel niedriger sein. In anderen Rinnen sind erheblich kleinere Werte der Stromspitzen berechnet worden, so z. B. zwischen *1* und *3* nur 0,02 A.

Die Ströme in den die Wasserkühlanlage mit den Kondensatoren verbindenden Rohrleitungen, K mit kaltem Kühlwasser und W mit warmem, wurden durch Kompensation mit dem vom Schienenpunkt *a* entnommenen Schienenstrom I_s angenähert ermittelt. In Abb. 10 (I_s bei *2* zugeführt) ist keine Abhängigkeit der wenig durch I_s vergrößerten Spannung auf K (zwischen R_4 und *2*) von I_s bestimmbar, da I_s samt dem durch das Rohr K früher fließenden Strom seine Senke in der Kondensationsanlage (s. Abb. 15) findet. Erst nach Umschaltung von I_s an R_4 tritt diese Abhängigkeit der etwa zehnfach vergrößerten Spannung (in Abb. 11) deutlich hervor. Der die ursprüngliche Spannung -120 mV kompensierende Strom beträgt

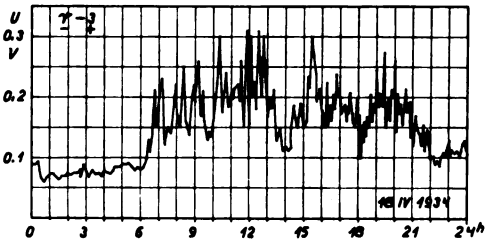


Abb. 8. Zeitdiagramm der Spannung zwischen *3* und *r*.

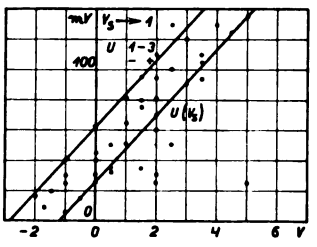


Abb. 9. Spannung zwischen den Punkten *1* und *3* in der Rinne mit warmem Kühlwasser in Abhängigkeit von der Schienenspannung V_s.

hier — 0,25 A, daher würde der im Rohr K den Kondensatoren zufließende Strom diese 0,25 A nicht überschreiten, da die 120 mV schon die größte Spannungsspitze bedeuten und auch ein kleiner Teil des I_s aus dem Rohr entwich und den wirklichen kompensierenden Strom verkleinerte.

Ähnliches hat sich bei Rohr W herausgestellt. Abb. 12 zeigt, daß die geringe Spannung auf dem Rohr zwischen seinen Enden $K_{II\,s}$ (s. Abb. 15) und *r* (Abb. 6) von V_{sa} merklich abhängig ist. Zuführung des Stromes I_s an $K_{II\,s}$ hat diese Abhängigkeit eindeutiger gemacht (Abb. 13), die Spannung hat dabei ihre Polarität gewechselt, ihre Werte aber haben sich nur unbedeutend vergrößert. Der Strom I_s fand sonach seine Senke größtenteils in der

Digitized by Google

Kondensationsanlage, und nur ein kleiner Teil zweigte nach r ab. Als nun I_s auf r umgeschaltet wurde, stiegen die Spannungswerte beträchtlich (Abb. 14). Der Strom, der die ursprünglichen einigen mV kompensiert, beträgt kaum — 0,1 A. Der den Kondensatoren mit dem Rohr W zufließende Strom kann allerdings nicht größer sein. In den beiden Rohrleitungen können also nur unbedeutende Ströme, nicht mehr als 0,5 A, den Kondensatoren zufließen.

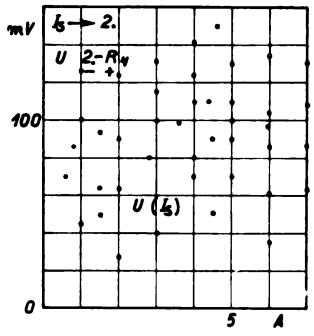


Abb. 10. Spannung am Rohr K mit kaltem Kühlwasser in Abhängigkeit von dem bei dem Rohrende 2 zugeführten Schienenstrom I_s.

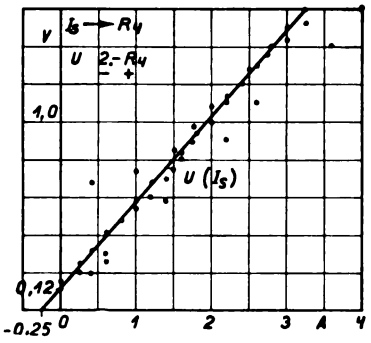


Abb. 11. Spannung am Rohr K mit kaltem Kühlwasser in Abhängigkeit von dem auf das zweite Rohrende R_4 umgeschalteten Schienenstrom I_s.

in den Spannungen auf der Manteloberfläche äußern, nur sehr geringe Dichten, Bruchteile von mA/cm², haben mögen.

Bei der Zusammenfassung der bis hierher gewonnenen Ergebnisse sehen wir, daß der Einfluß der Schienenstreuströme von der Straßenbahn auf die Korrosion nur äußerst gering sein kann; die Ursache dieser ist demnach in den Kondensatoren selbst zu suchen. Zur Erklärung der Korrosion mußten also elektrochemische Messungen unternommen werden.

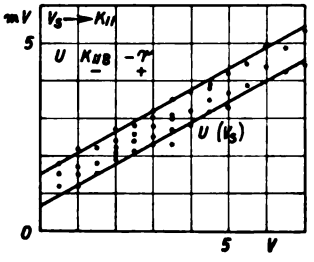


Abb. 12. Spannung am Rohr W mit warmem Kühlwasser in Abhängigkeit von der Schienenspannung V_s.

Die Spannungsdifferenzen in der Kondensationsanlage.

Abb. 15 zeigt das Schema der Kondensation, die Meßpunkte und die Mittelwerte der gemessenen Spannungen. Letztere sind sehr gering, von der Größenordnung 1 mV, schwanken in breiten Intervallen und werden nur von extremen Spitzen der Schienenspannungen merklich beeinflußt. Außerdem wurden auch Wechselspannungen von derselben Größenordnung festgestellt, die ihre Quelle in der Isolationsableitung des Generators und der Pumpenmotoren haben. Die Untersuchung der Dampfrohrleitungen auf Spannungen hat keine größeren Werte als 0,5 ··· 1 mV ergeben. Abb. 16 zeigt die zeitlichen Schwankungen der Spannung zwischen K_{IIB} und K_{IIG}, welche sonst für sämtliche Spannungen in der Kondensation typisch waren. Abb. 17 stellt diese Spannung in Abhängigkeit vom V_{sa}

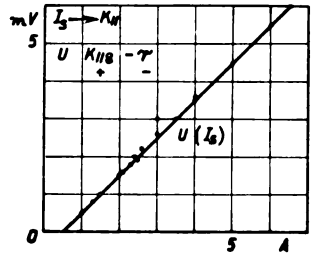


Abb. 13. Spannung am Rohr W mit warmem Kühlwasser in Abhängigkeit von dem bei K_{IIB} zugeführten Schienenstrom I_s.

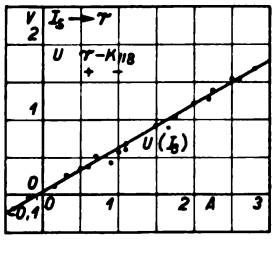


Abb. 14. Spannung am Rohr W mit warmem Kühlwasser in Abhängigkeit von dem an das zweite Rohrende r umgeschalteten Schienenstrom I_s.

dar; die einzelnen Meßwerte sind hier vollständig verstreut und gänzlich unabhängig von V_{sa}. Als jedoch bei K_{IIB} der Schienenstrom I_s zugeführt wurde (Abb. 18 a), zeigte sich eindeutige Abhängigkeit von I_s; der die ursprünglichen Spannungen von 0,3 mV kompensierende Strom betrug — 1 A. Da diese 0,3 mV schon den Spitzenwert bedeuten (Abb. 16 und 17), darf angenommen werden, daß zwischen den beiden Punkten im Kondensatormantel kein größerer Strom fließen werde. Der kompensierende Strom nach Umschaltung von I_s an K_{IIG} hat sich auf 0,3 A verkleinert, da die im allgemeinen schwankende kompensierte Spannung während dieser Messung fast auf die Hälfte heruntergegangen ist. Ähnliche Ergebnisse fanden wir an den anderen Punkten der Kondensatorenoberfläche.

Gemäß dem Verhältnis der Leitfähigkeiten von Eisen und Wasser werden die aus dem Kondensatormantel ins Wasser abzweigenden Teilströme nur sehr geringe Bruchteile der im Mantel fließenden Ströme betragen, umgekehrt können wir daher schließen, daß die im Wasser innerhalb der Kondensatoren kreisenden Ströme, die sich

Elektrochemische Untersuchung.

Die beinahe gleichmäßige Verteilung der Anfressung auf die Eisenoberfläche aller vier Rohrböden machte die Korrosion durch fremde Streuströme schon recht unwahrscheinlich. Abb. 19 zeigt den Querschnitt des korrodierten Rohrbodens, das weggefressene Eisen ist dort gestrichelt angedeutet.

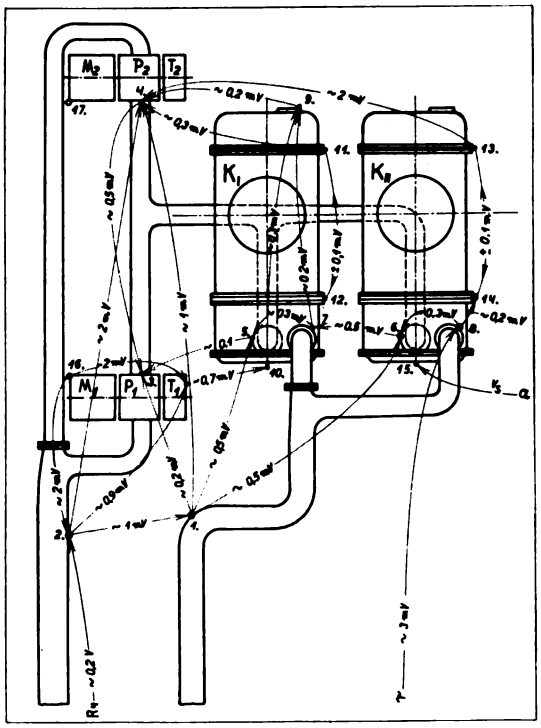


Abb. 15. Schema der Kondensation und Mittelwerte der gemessenen Spannungen.

Die tieferen Anfressungen im Eisen um die Messingrohrenden herum gaben zu der Hypothese Anlaß, daß das aus dem Eisenboden herausragende Messingrohr mit dem Eisen und dem gut leitenden Kühlwasser eine kurzgeschlossene galvanische Kette bildet, deren ständig im Wasser aus dem Eisen heraustretende, zum Messing fließende und durch die Kurzschlußstelle an der Einwalzung des Rohres sich schließende Strömung die Korrosion auf elektrolytischem Wege hervorrufe. Die Anzahl der galvanischen Elemente in den beiden Kondensatoren ist der Zahl der aus den Böden herausragenden Messingrohrenden gleich, beträgt also $4 \cdot 4150 = 16\,600$; alle sind durch die gemeinsamen Rohrböden parallel geschaltet.

Digitized by Google

Der stromliefernde Vorgang besteht darin, daß Eisen an der negativen Elektrode in Gestalt der zweiwertigen Ferro-Ionen Fe^{++} ins Wasser übergeht und dabei 0,96 Ah/g erzeugt, während an der positiven Elektrode (am Messing) die Wasserstoffionen H^+ zur Entladung und Abscheidung kommen. Demnach läßt sich die Stromstärke berechnen, welche 1200 kg Eisen in vier Jahren im Wasser aufgelöst hatte. Die Auflösung von 1200 kg Eisen in Fe^{++}-Ionen entspricht einem Durchfluß von $0{,}96 \cdot 1\,200\,000 = 1\,150\,000$ Ah in allen 16 600 Elementen; daraus folgt die mittlere Stromstärke $\frac{1\,150\,000}{4 \cdot 8760} = 32{,}8$ A; auf einen Rohrboden entfallen davon 8,2 A, was eine mittlere Stromdichte von kaum 0,135 mA/cm² ergibt. Der Anteil des einzelnen Elements an der Korrosion beträgt im Mittel $\frac{32{,}8}{16\,600} \approx 2$ mA.

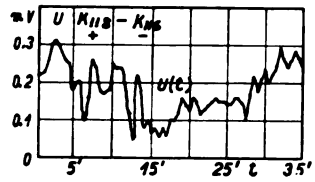


Abb. 16. Zeitdiagramm der Spannung zwischen den Punkten K_{IIA} und K_{IIG} am Kondensator K_{II}.

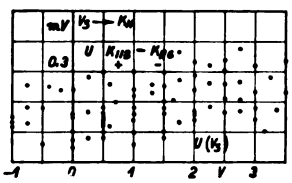


Abb. 17. Spannung zwischen den Punkten K_{IIB} und K_{IIG} in Abhängigkeit von der Schienenspannung V_s.

Das aus einem Bach entnommene, in dem Teich neben dem Kraftwerk gesammelte Kühlwasser von 430 d. Härtegr. weist die hohe Leitfähigkeit $2{,}9 \cdot 10^{-2}\ \Omega^{-1}$/cm auf bei einer mittleren Temperatur in den Kondensatoren von 40 °C. Der Rückstand nach dem Verdampfen beträgt 20,5 g/l; in 1 l Wasser sind 35 mg SiO_2, 14 mg Fe_2O_3, 1220 mg CaO, 2200 mg MgO, 3500 mg $Na_2 + Na$ (berechnet), 4720 mg Cl, 6460 mg SO_3, 96 mg CO_2 enthalten.

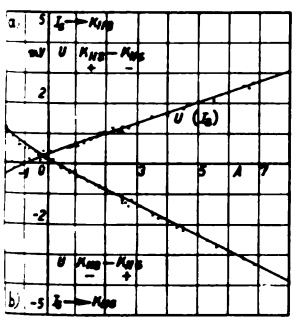


Abb. 18. Spannung zwischen den Punkten K_{IIA} und K_{IIG} in Abhängigkeit von dem bei K_{IIB}, dann bei K_{IIG} zugeführten Schienenstrom I_s.

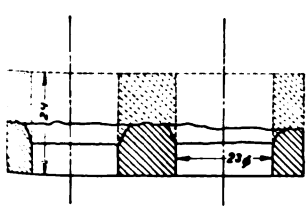


Abb. 19. Querschnitt des korrodierten Rohrbodens.

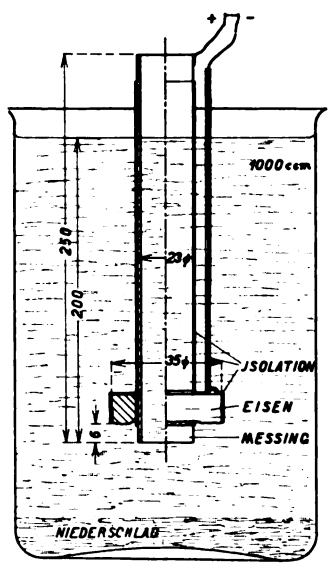


Abb. 20. Modellelement.

Da es unmöglich war, die elektrochemischen Messungen am Kondensator im Betrieb durchzuführen, wurden sie im Laboratorium an einem den Kondensatorelementen möglichst genau nachgebildeten Ersatzelement vorgenommen. Das Ersatzelement bestand aus einem 25 cm langen Stück Kondensatormessingrohr, auf dessen Ende ein aus dem korrodierten Rohrboden ausgeschnittenes Stück Flußeisen, durch Glimmer gut isoliert, aufgesetzt war. Die Fläche des Eisens entsprach der auf ein Kondensatorelement entfallenden wasserbespülten Fläche. Diese Teile wurden in ein Becherglas, mit 1 l des dem Kondensator entnommenen Kühlwassers gefüllt, 20 cm tief eingetaucht (Abb. 20). Die Metallflächen waren, außer den im Kondensator mit Wasser in Berührung stehenden, sorgfältig mit Schellack isoliert. Das Gewicht des Eisens im Ersatzelement wurde vor dem Zusammenbau zu 90,893 g ermittelt.

Vor den Messungen im Laboratorium wurde der Kurzschlußstrom i_k des mit einem Milliamperemeter (Eigenwiderstand 0,3 Ω) kurzgeschlossenen Ersatzelements im fließenden Kühlwasser in den Rinnen, im Teich und unter dem Kühlturm gemessen. Der Strom, der sofort nach dem Eintauchen des Ersatzelements in Wasser auf über 30 mA angestiegen war, und zuerst sehr steil, dann immer langsamer sich dem konstanten Wert asymptotisch näherte, wurde nach je 30 min abgelesen, wenn seine Abnahme schon unmerklich klein geworden war.

Meßwerte:

Warmes Wasser in der Rinne bei *1* (Abb. 6)	36° C,	$i_k = 4{,}5 \cdots 5$ mA
am Ausguß aus dem Rohr *W* in die Rinne bei *r* (Abb. 6)	38° C,	5 „
im kalten Wasser bei W_1 unter dem Turm *I*	14° C,	2,4 „
im Teich bei T_2	16° C,	3,2 „
in das Rohr des Ersatzelements sehr schnell durchfließendem Wasser bei Kühlturm *V*	26° C,	2 ··· 3 ··· 4 „ sehr schwankend.

Man sieht aus der Zusammenstellung der Meßergebnisse, daß der Kurzschlußstrom des Ersatzelements im fließenden Wasser die errechneten 2 mA beträchtlich übertrifft.

Der Kurzschluß durch den Milliamperemeter-Widerstand von 0,3 Ω unterschied sich in seinem Einfluß auf i_k nicht von der direkten Einwalzung des Rohres in den Eisenboden. Die Herabsetzung des Widerstandes auf 0,15 und 0,06 Ω änderte i_k nicht, so daß man auch auf Widerstand Null extrapolieren könnte.

Nach dem Eintauchen des Ersatzelements in das Becherglas wurde die Abhängigkeit des i_k von der Temperatur des Modellelements gemessen (Abb. 21). Die Kurve *E* in der Abb. 21 bedeutet die EMK des Modellelements vor dem Kurzschluß. Die Kurven *1* betreffen die Messung des i_k bei gerührtem Wasser, die tiefer verlaufenden *2* bei nichtgerührtem. Der Pfeil bezeichnet Erwärmung oder Abkühlung des Wassers. Da die Abkühlung viel langsamer und stetiger vor sich ging, wobei der Strom sich besser stabilisieren konnte, hat nur die Kurve *1* bei Abkühlung Berücksichtigung gefunden; sie erreicht bei 40 °C den Wert $i_k = 2{,}6$ mA. Der Wert 1,2 mA mit der entsprechenden Temperatur 18 °C wurde bereits nach 20 h festgestellt; erst nach 20 Tagen sank er auf 0,8 mA. Man sieht also, daß die Temperatur großen Einfluß auf den Kurzschlußstrom des Elements ausübt. Da im Kondensator das Wasser nicht nur intensiv gerührt, sondern auch ständig erneuert wird, wurde dementsprechend am Modellelement bei zweistündlicher Wassererneuerung der Strom i_k gemessen, welcher bei 18 °C den fast konstanten Wert 2,1 mA behielt, was, auf 40 °C umgerechnet, 4,7 mA ergibt, also einen mit den in der Rinne gemessenen 5 mA übereinstimmenden Wert. In Abhängigkeit von der fortschreitenden Verdünnung des Kühlwassers mit destilliertem Wasser nahm i_k anfangs langsam und dann, vom rd. Vierfachen an, immer steiler ab bis zu etwa 0,1 mA in reinem destilliertem Wasser.

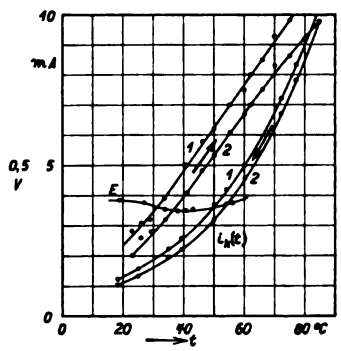


Abb. 21. Kurzschlußstrom i_k und EMK *E* des Modellelements in Abhängigkeit von der Temperatur *t*.

Zur Feststellung der Korrosion von Eisen blieb das durch das Milliamperemeter kurzgeschlossene Modellelement 20 Tage lang bei konstanter Temperatur von 18 °C ruhig stehen. Der Strom i_k nahm vom Anfangswert 1,1 mA sehr langsam ab, und hatte nach 20 Tagen den Endwert 0,8 mA erreicht. Im rot-braun sich färbenden Wasser suspendierten sich braune Flocken von ausgefälltem Ferrihydroxyd $Fe(OH)_3$, welches sich langsam am Glasboden als brauner, unlöslicher, gelatinös-flockiger Bodenkörper niederschlug. Das Eisen bedeckte sich mit der dunkelgrünlichen Schicht des niedergeschlagenen Ferrohydroxyds $Fe(OH)_2$, welches aber bald zum braunen $Fe(OH)_3$ oxydierte. Das Messing bedeckte sich mit dün-

Digitized by Google

ner gelatinöser leicht abzuwischender Schicht, unter der es nur spurenweise rote Kupferfarbe angenommen hatte.

Nach diesen 20 Tagen wurde das Eisen gewaschen und gewogen; sein Endgewicht betrug 90,398 g, es sind also 0,495 g ins Wasser übergegangen und als $Fe(OH)_3$ ausgefällt. Die Auflösung von 0,495 g Fe in Fe^{++}-Ionen erzeugt $0{,}495 \cdot 0{,}96 = 0{,}475$ Ah; daher folgt der mittlere durch das Modellelement in 20 Tagen = 480 h gelieferte Strom zu $\frac{0{,}475}{480} = 0{,}99 \approx 1$ mA, was den direkt abgelesenen Werten im Mittel gut entspricht. Auf die in den Kondensatoren herrschende Temperatur 40 °C (den Kurven in Abb. 21 gemäß) umgerechnet, ergibt das 2,3 mA, bei gerührtem Wasser würde sich dieser Strom auf 2,5 mA erhöhen. Den 2,5 mA auf ein Element entspricht der Strom $\frac{2{,}5}{1000} \cdot 16\,600 = 41{,}5$ A auf alle vier Rohrböden (je 10,4), welcher im Jahre 380 kg Eisen aufzulösen vermag.

Die chemische Analyse hat im Bodenniederschlag 704,4 mg des aus dem $Fe(OH)_3$ durch Austrocknen und Ausglühen entstandenen Ferrioxyds Fe_2O_3 erwiesen, in dem 704,4 $\frac{111{,}68}{159{,}68} = 0{,}492$ g Eisen enthalten sind. In der Lösung selbst sind dagegen keine praktisch meßbaren Spuren von Eisen festgestellt worden; alles Eisen ist also ausgefällt.

Den im Modellelement verlaufenden elektrochemischen Vorgang ausführlicher darzustellen, würde hier zu weit führen. Es sei nur erwähnt, daß in den Kondensatoren noch hemmende Vorgänge auftreten können, welche den Korrosionsfortschritt verzögern; so sind z. B. die Schlamm- und Rostschicht am Eisen und Kesselstein an den Messingrohren von großer Bedeutung. Für die Übereinstimmung des im Modellelement verlaufenden Vorgangs mit dem in den Kondensatoren spricht außer der Korrosion noch die Tatsache, daß die Rohrleitungen und Rinnen mit warmem Kühlwasser mit dem braunen, gelatinös-flockigen Niederschlag von ausgefälltem $Fe(OH)_3$ bedeckt sind, ebenso befindet sich $Fe(OH)_3$ in dem Schlamm unter den Kühltürmen.

Die Verwendungsmöglichkeiten der Induktionsheizung ohne Eisenschluß*).

Die Natur der Induktionsheizung ohne Eisenschluß eröffnet vielerlei Möglichkeiten der elektrotechnischen Ausführungen wie der wärmetechnischen Anwendungen. Die Wärmeerzeugung selbst ist oft beschrieben und bei allen Ausführungsformen dieselbe. Den Zusammenhang zwischen Mindestfrequenz, Leitfähigkeit und Stückgröße gibt das Nomogramm Abb. 1. Der Zusammenhang bleibt auch für tiefere Frequenzen bestehen, weshalb der ursprüngliche Name „Hochfrequenzofen" nicht mehr berechtigt ist. Die Ausführungsarten reihen sich nach der Energiequelle ein.

Im Bereich der Mittelfrequenzen bis 10 000 Hz kann der Wechselstrom zur Speisung der Ofenspule mit Maschinen erzeugt werden; bis etwa 600 Hz gleichen diese den normalen Einphasen-Wechselstrom-Generatoren mit entsprechender Polzahl. Bei höheren Frequenzen werden die Generatoren als Gleichpolmaschinen mit Erregerwicklung im Ständer gebaut. Das magnetische Feld wechselt nicht seine Richtung, sondern nur seine Stärke, je nachdem ob dem Ständerpol Nut oder Pol des Läufers gegenübersteht. Der Läufer hat keine Wicklung und läuft gewöhnlich mit 3000 U/min. Bis 2000 Hz können Mittelfrequenzgeneratoren in jeder beliebigen Größe gebaut werden; mit höheren Frequenzen sind Maschinen bis 100 kW in Betrieb. Der Umformer-Wirkungsgrad (Motor und Generator) ist der Zahlentafel 1 zu entnehmen.

Zahlentafel 1. Umformerwirkungsgrad.

Frequenz Hz	Generatorleistung in kW				
	3	10	30	100	300
500	—	—	0,72	0,81	0,83
2 000	—	—	0,70	0,76	0,77
10 000	0,50	0,60	0,67	0,70	—

Für Frequenzen über 10 000 Hz sind Funkenstrecke und Elektronenröhre die Stromerzeuger. Bei der Quecksilber-Funkenstrecke nach Northrup sind die Elektroden Kohle gegen Quecksilber in Wasserstoff. Die unbequeme Wasserstoffspülung, das Verschmutzen des Quecksilbers, Gefahr von Quecksilbervergiftungen sind die Nachteile. Die rotierende Funkenstrecke arbeitet unregelmäßiger und mit lästigem Lärm, ihr Aufbau ist aber einfacher. Der Wirkungsgrad ist in beiden Fällen etwa 50 ··· 60 %. Die Stoßerregung durch Funkenentladung gibt gedämpfte Schwingungen; die hohen Spitzenspannungen sind dabei ein Nachteil. Leistungsregelung ist nur begrenzt möglich. Während bei Funkenerregung der Wirkungsgrad bei Frequenzen über 10 000 Hz rasch abnimmt, kann der Röhrengenerator bis zu wesentlich höheren Frequenzen mit gutem Wirkungsgrad gebaut werden. Er liefert ungedämpfte Schwingungen und ist aufs feinste regelbar, in Bau und Betrieb durch Röhrenverschleiß aber teuer.

Die Wahl der Stromquelle für einen Ofen richtet sich nach der Wahl der Frequenz. Bis zu 10 000 Hz wird man immer, ganz kleine Leistungen vielleicht ausgenommen, die Maschine als Wechselstromquelle verwenden. In diesen Frequenzbereich fallen praktisch alle industriellen

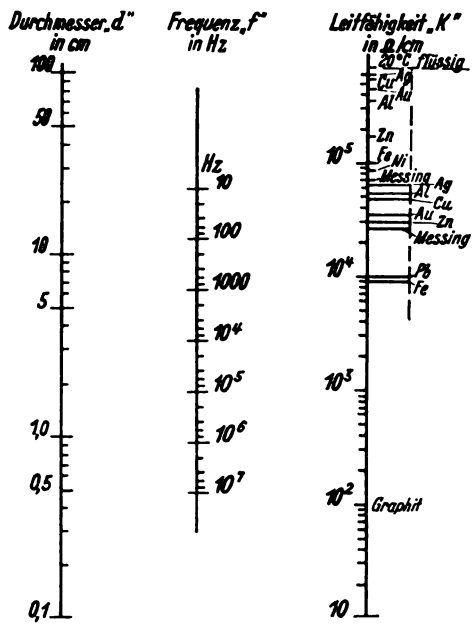


Abb. 1. Zusammenhang zwischen Stückgröße, Frequenz und Leitfähigkeit.

Metallschmelzöfen. Die ausgeführten Hüttenanlagen liegen meist zwischen 500 und 2000 Hz. Der eisenlose Induktionsofen ist heute als industrieller Schmelzofen für Kupfer, Nickel, Silber und ihre Legierungen, für Platinmetalle, ferner für die verschiedensten unlegierten und legierten Stähle im Gebrauch. Einheiten bis zu 4 t Einsatz sind in Betrieb. Noch wenig ausgeschöpft, aber durchaus aussichtsreich als Anwendungsgebiet ist das Erwärmen und Glühen von Metallen bei allen zylindrischen und langgestreckten Formen, wie Walzen, Stangen, Rohren. Auch in der chemischen Industrie liegen Anwendungsmöglichkeiten im Heizen von großen Autoklaven, Drehrohröfen und ähnlichen Geräten aus Metall. Sogar die unmittelbare Heizung schmelzflüssiger Salze durch Induktion ist möglich. Das zweite große Anwendungsgebiet des kernlosen Induktionsofens ist das Laboratorium. Bei der Vielseitigkeit der Verwendung und den kleinen Abmessungen kommen hier neben der Maschine auch Funkenstrecke und Röhre als Hochfrequenzerzeuger in Frage. Die höchsterreichbare Temperatur ist dabei weniger eine Funktion der Frequenz als der Leistung.

Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen Maschine und Funken- oder Röhrengenerator liegt darin, daß erstere eine feste Frequenz liefert, auf welche der Ofenkreis jederzeit abgestimmt gehalten werden muß, während die beiden anderen Hochfrequenzerzeuger freie Schwingungen geben, deren Frequenz sich jeweils aus den elektrischen Größen des Schwingungskreises von selbst ergibt und durch diese beliebig geändert werden kann. In der Festlegung einer bestimmten Frequenz liegt eine gewisse Beschränkung aller Maschinenanlagen. Die betriebsmäßigen Vorteile fallen aber meist so stark ins Gewicht, daß dieser Nachteil in Kauf genommen werden kann. Die Möglichkeit einer Frequenzänderung im Rahmen ein und derselben Anlage ist praktisch ziemlich bedeutungslos. *Sb.*

* W. Fischer, Elektrowärme Bd. 4, S. 77 (1934).

Digitized by Google

Stromversorgung der Landwirtschaft in den V. S. Amerika.

Seit einer Reihe von Jahren bildet in den Versammlungen der National Electric Light Association die Frage der ländlichen Stromversorgung eines der Hauptthemen. Seit 1924 wird auf dem Lande in großem Umfange geworben, um den Vorsprung Europas auf diesem Gebiete einzuholen und das große Absatzgebiet für die Elektrizitätswerke und die elektrotechnische Industrie zu erobern. Zur Zeit sind rd. 700 000 ländliche Abnehmer vorhanden, deren Zahl man auf 3 Mill steigern zu können glaubt. Der Stromabsatz, der z. Z. bei 1000 kWh je Abnehmer und Jahr hält, soll bis auf 15 000 kWh gesteigert werden, so daß sich ein Gesamtabsatz von 45 Mrd kWh ergäbe. Diese Zahlen sind wohl mehr ein Ausdruck gehegter Hoffnungen als eine ernsthaft zu nehmende Marktschätzung. Die Zahl der erreichbaren Abnehmer dürfte aber sogar noch größer sein als hier angegeben, da es am 31. XII. 1932 in den V. S. Amerika 6 228 048 Farmen gab. Davon waren also kaum über 11 % an öffentliche Elektrizitätswerke angeschlossen, während weitere 249 342 oder 4 % der Gesamtzahl sich den Strom selber erzeugten. Die natürlichen Schwierigkeiten, die der Ausdehnung der Versorgung entgegenstehen, sind die großen Entfernungen, die geringe Dichte der Bevölkerung und das Vorwiegen der Einzelfarm vor der geschlossenen Siedlung. Da, wo diese Hindernisse nicht bestehen, geht die Anschlußbewegung rasch voran, so waren in Kalifornien schon 1932 etwa 60 ··· 80 % aller Farmen elektrisch versorgt, in den Neu-England-Staaten im Mittel 36 %. Ein kleineres Gebiet, das einen ziemlich hohen Sättigungsgrad aufweist, findet sich noch am Michigansee, im Gebiet der Public Service Co. of Northern Illinois, die 34 % aller Farmen ihres Versorgungsgebietes angeschlossen hat. Überall anders ist das Ergebnis der nunmehr 10jährigen Werbetätigkeit, bei deren Beginn nur 177 501 Farmen angeschlossen waren, vergleichsweise gering, wenn auch die letzten Jahre schon recht beträchtlichen Zuwachs brachten, so 1931 allein rd. 48 000 Farmen.

Die Ausnutzung der bestehenden Leitungen ist im allgemeinen recht schwach, ein günstiger Anschlußwert ist 5 Stromabnehmer je Meile Leitung, er wird aber häufig noch nicht erreicht. Die Empire Gas & Electric Association hat von 1930 ··· 32 im Staate New York 1128 km Leitung gebaut, Erweiterungen bestehender Netze. Hier kommen durchschnittlich auf jede Meile 5,1 Abnehmer, so daß jede Anschlußleitung von durchschnittlich 1,5 Meilen knapp 8 Abnehmer versorgte, die einen geringen Anschlußwert darstellten. Bei 23 Gesellschaften des Electric Bond & Share-Konzerns, die allerdings in der dichtbevölkerten Umgebung von Großstädten arbeiteten, fand Ringstad im Durchschnitt 6,9 Abnehmer je Meile Leitung, im Höchstfalle sogar 12,5. Auf jede Meile kamen durchschnittlich 2,2 Transformatoren. Der mittlere Anschlußwert betrug 3,05 kW, die Extremwerte waren 0,5 und 6,25 kW. Die meist vorkommenden Transformatorgrößen waren bei 2300 ··· 6900 V: 3 und 5 kVA, bei 7630 ··· 13 200 V dagegen 5 kVA. In weniger günstigen Gegenden kommen auch Leistungen von 1,5 kVA häufig vor. Falls bei den obenerwähnten Leitungen im Staate New York gleiche Verhältnisse angenommen werden, haben 2,5 km Leitung einen Anschlußwert von 40 kVA oder selbst bei nur 2300 V Betriebspannung 17 A als Höchstbelastung. Diese Spannung findet man am häufigsten, seltener 4600 und 6900 V. Die in Deutschland den Regelwert bildenden Spannungen von 10 ··· 15 kV sind selten anzutreffen. Da hierdurch eine größere Zahl von Abspannwerken bedingt wird, treten neuere Bestrebungen auf sparsame Bauweise mit dem Vorschlage höherer Betriebspannungen auf den Plan. Die Central Connecticut Power & Light Co. hat z. B. zur Versorgung eines Dorfes mit 50 Abnehmern eine vorbeiführende 13 200-V-Leitung zweiphasig angezapft, auf 2300 V heruntergespannt und damit dann verteilt. Hier spielt die 13,2-kV-Leitung also schon die Rolle der Mittelspannung.

Häufig findet man nur 2 Leiter verlegt, was natürlich eine wirksame Sparmaßnahme darstellt. Dafür ist dann aber der Farmer auf den Verbrauch von Licht-, Wärme- und Kleinkraftstrom beschränkt. Selbst größere Wärmeapparate lassen sich nur schwer anschließen. Als Leiterquerschnitt wird meistens Kupfer Nr. 6 (13,3 mm²) genommen, seltener Nr. 4 (21 mm²). Da auch diese Querschnitte schwach belastet sind, kehren nicht selten Versuche wieder, unter Verzicht auf höchste Leitfähigkeit einen Leiter großer mechanischer Festigkeit zu verlegen, um so bei geringerem Durchhang große Spannweiten zu erzielen und an Baukosten zu sparen. Man findet daher auch bei schwach belasteten Leitungen Baustoffe, die in Europa nur bei Hauptleitungen angewendet werden, wie Stahlaluminium oder Bronze. Auch Aluminium wird gelegentlich angewendet. Mit Durchhang und freier Höhe über Boden wird es begreiflicherweise so genau nicht genommen. Diese beträgt etwa 5,5 m, jener wird bei 90 m Spannweite für 21 mm² Al beispielsweise auf rd. 1,6 m bei 15 ° C beziffert. Damit soll dann das Aluminium ungünstigstenfalls mit 60 % seiner Zugfestigkeit beansprucht werden.

Die Leitungskosten sind trotz der meist primitiven Bauweise noch recht hoch. Die Central Maine Power Co. hat eine Anzahl Holzmastleitungen für durchschnittlich 2260 RM[1]) je Kilometer gebaut, mit 13,2 mm² mittelhartem Kupfer belegt. Die Masten waren 9 ··· 10 m lang, die durchschnittliche Spannweite betrug 84 m, die Zahl der Leiter 2. Angesichts der einfachen Bauart erscheinen die Kosten recht hoch, obwohl sie unter amerikanischen Leitungsbaukosten ziemlich untenan stehen. Das Rural Electrification Committee des Staates New Hampshire hat unter Annahme von 4 Abnehmern je Meile Leitung folgende Preise festgesetzt:

30 Masten je 9 m Länge	1286,— RM	Übertrag	3084,50 RM
10 Masten je 10,5 m Länge	609,— „	Isolatoren	27,— „
Masten aufstellen	925,— „	2 Kupferseile (13,3 mm²) Nr. 6	744,50 „
Traversen mit 2 Stützen	190,— „	Leitung spannen	315,— „
Anbringen der Traversen	74,50 „	Anker	426,— „
		Ausästen	231,— „
		Transporte	315,— „
	3084,50 RM		5143,— RM

Der Kilometer dieser Einphasenleitung ohne Bauleitung und Generalunkosten kostet also 3200 RM, mit diesen Posten etwa 3500 RM. Einschl. der häufig an denselben Masten verlegten Niederspannungsleitungen, der Transformatoren, Zähler und Schaltapparate ergeben sich Gesamtkosten von 4700 RM je Kilometer. Die obenerwähnten Leitungen im Staate New York ergaben sogar im Durchschnitt folgende Beträge je Meile:

Grunderwerb und Vorbereitung	210 RM
Maste und Armaturen	3300 „
Leitungen	1840 „
Generalunkosten	659 „
	6009 RM

je Kilometer also 3750 RM.

Bei der niedrigen Zahl der Anschlußnehmer entstehen so hohe Anschlußkosten für den einzelnen, die vom Präsidenten der Hartford Electric Co., Ferguson, auf durchschnittlich 1680 RM beziffert wurden. Bei einem durchschnittlichen Anschlußwert von 2,5 kVA verursacht so allein die Verteilungsleitung Kosten von 880 RM je inst. kW. Man versucht auf mancherlei Wegen, sie herabzudrücken, aber alle Vorschläge laufen auf noch primitivere Bauweise hinaus. Richtig wäre eigentlich das Gegenteil, der Bau von Dreiphasenleitungen, die eine viel weitergehende Ausnutzung zulassen.

Die Höhe der Leitungsbaukosten hat übrigens die interessante Folge, daß Kabel sehr wohl wirtschaftlich möglich sind, weil sie viel mehr Maschinenarbeit zulassen. Die Empire State Gas & Electric Ass. hat im Staate New York ein 4000 V-Einphasenkabel 2 · 13,3 mm² verlegt, mit folgendem Kostenaufwand auf 3,77 km:

Wegerechte	366 RM
Kabel und Baustoffe	7670 „
Verlegungsarbeit	5565 „
sonstiges	2248 „
Transformatoren und Zähler	2902 „
	18751 RM

Das sind also je Kilometer 4970 RM oder nur 270 RM mehr als die oben angeführten Kosten in New Hampshire. Das ist ein gutes Kabel natürlich reichlich wert.

[1]) 1 RM = $^{19}/_{48}$ $

Digitized by Google

Neben den hohen Anschlußkosten wird die Stromversorgung der Landwirtschaft durch die schlechte Ausnutzung erschwert. Die mitgeteilten Verbrauchsziffern, die doch durchweg beweisen sollen, welche Erfolge bereits erzielt worden sind, sind sehr niedrig. Der Durchschnittsverbrauch der angeschlossenen Farmen war bei einem Überlandwerk im Staate Illinois von 1927 bis 1931 453 kWh, 553 kWh, 693 kWh, 753 kWh, 793 kWh. Die Strompreise sanken in dieser Zeit von 38,7 auf 30,4 Pf. Die Public Service Co. of Northern Illinois berichtete ähnliche Zahlen. Die Alabama Power Co. fand von 1930 ··· 1931 eine Steigerung des Durchschnittsverbrauches von 814 auf 895 kWh. In Pennsylvanien stieg der Durchschnittsverbrauch von 1927 ··· 1931 von 520 auf 840 kWh. Hohe Ziffern meldet die Appalachian Power Co. für die gleiche Zeit, nämlich 1003 ··· 1230 kWh. Der Strompreis betrug nur 22,2 ··· 18,7 Pf/kWh. Die drei größten ländlichen Abnehmer der Gesellschaft bezahlen nur 13,2 Pf bei einem Durchschnittsverbrauch von 2559 kWh. In Michigan stieg im Durchschnitt der Verbrauch aller Farmen von 360 kWh (1926) auf 750 kWh (1931). Von den 100 größten Elektrizitätswerken der Union wiesen 23 den Absatz an Farmen gesondert aus. Bei ihnen schwankte der durchschnittliche Stromverbrauch eines ländlichen Abnehmers zwischen 447 kWh als niedrigstem und 7430 kWh als höchstem Wert.

Aus diesen in allen Staaten mit Ausnahme von Kalifornien und den Gebirgsstaaten ziemlich gleichbleibenden Zahlen mit einem Mittelverbrauch von höchstens 1000 kWh je Farm ergibt sich, daß die Anwendung der Elektrizität noch in ihren Anfängen steckt. Von den am 1. IV. 1931 angeschlossenen Farmen hatten aber nur 45 % Motoren. Zu welchen Zwecken der Strom verbraucht wird, zeigt die Zahlentafel 1, die vom Farm Equipment Committee der Nela aufgestellt worden ist. Sie zeigt sowohl für die Gegenwart wie für einen ideellen Sättigungspunkt den Verbrauch elektrischer Arbeit für die einzelnen landwirtschaftlichen Aufgaben. Die Verschiedenheit der Milch-, Geflügel- und Obstfarmen ist für die Elektrizitätswerke günstig, da Milchfarmen ihre Spitze im Sommer, Geflügelfarmen im Winter haben. Auffallend ist der hohe Verbrauch der Brutapparate und Melkmaschinen. Er zeigt, daß hier auch für die deutschen Elektrizitätswerke noch große Absatzmöglichkeiten liegen. Der Verbrauch der Motoren und Bewässerungsanlagen tritt dagegen vollkommen zurück. Ebenso hat die Heißwasserbereitung noch keine sonderliche Bedeutung erlangt. Aus einer Übersicht über den Stromverbrauch der Farmen in Neu-England ist zu entnehmen, daß verbraucht werden für

Zahlentafel 1. Gegenwärtiger und künftiger Stromverbrauch in der amerikanischen Landwirtschaft.

Maschinenart	Sättigung %	noch vorhandener Bedarf in % aller Farmen	jährlicher Stromverbrauch in kWh je Maschine	Zahl der vorhandenen Maschinen	gesamter jährlicher Stromabsatz kWh
allgemeine Zwecke					
elektrische Pumpen	40	60	120	279 000	35 Mill
elektrische Frühbeete	—	1	450	—	—
Farmwerkstätten	5	95	45	35 000	1,57 „
Motoren für allgemeinen Gebrauch	8	50	750	56 000	41,8 „
Heuaufzüge	1	50	50	7 000	349 000
Heutrockner	—	10	5 000	—	—
Milchfarmen					
Melkmaschinen	11	40	700	77 000	53,76 Mill
Milchkühler	2	49	1 200	14 000	16,75 „
Pasteurisiergeräte	—	10	1 200	—	—
Heißwasserbereiter	1	60	1 000	7 000	8,37 „
Zentrifugen	14	14	50	97 000	4,88 „
Butterfässer	—	1	20	—	—
Scheunenlüfter	1	50	600	7 000	4,185 „
Pferde- und Kuhscheren	5	50	25	35 000	876 000
Tierwächter	1	50	30	7 000	209 000
Futterbehandlung					
Futterschneider	5	40	225	35 000	7,96 Mill
Wasservorratserwärmer	2	30	250	14 000	3,49 „
Schrotmühlen	5	10	100	35 000	3,49 „
Getreideaufzüge	1	15	30	7 000	209 000
Geflügelfarmen					
Brutapparate	4	10	4 000	28 000	111,6 Mill
Glucken	1	7	750	7 000	5,235 „
Hühnerhausbeleuchtung	5	15	250	35 000	8,73 „
Warmwasserbereiter	1	5	200	7 000	1,395 „
Einbrecheralarm	1	15	5	70 000	35 000
Obstfarmen					
feste Regenpumpe	3	15	1 000	21 000	20,95 Mill
Bewässerungsanlage	1	5	8 000	7 000	55,8 „
Verschiedenes					
Schafscheren	1	5	15	7 000	104 000
Fliegenabwehr	1	50	75	7 000	523 000

Wohnhaus-Beleuchtung	jährlich	360 kWh,
Waschen	„	30 „ ,
Bügeln	„	84 „ ,
Wasserpumpen	„	300 „ ,
Verschiedenes	„	60 „ ,
Haushalt-Kühlschrank	„	395 „ .

Bei Milch- und Geflügelfarmen kommen noch die diesen eigenen Sonderverbrauche hinzu.

Um bei den hohen Anlagekosten und der geringen Ausnutzung eine Gewähr für die Verzinsung des Anlagekapitals zu erhalten, werden teils verlorene Baukostenzuschüsse, teils Mindestverbrauchsgarantien, teils regelmäßige Zuzahlungen von den Abnehmern verlangt. So müssen bei der Orange & Rockland Electric Co. die Abnehmer die Anlagekosten, soweit sie 336 RM übersteigen, mit 12 % verzinsen, und zwar ohne zeitliche Begrenzung! Die State Electric & Gas Corp. (New York) verlangt eine Verbrauchsgarantie von 1,90 RM monatlich für je 30 m Leitung, wenn wenigstens 5 Abnehmer damit versorgt werden. Das entspricht einer Stromabnahme in Höhe von 8 % des Anlagekapitals der Leitung. Bei weniger als 5 Abnehmern verlangt die Gesellschaft einen Baukostenvorschuß in voller Höhe, der in Beträgen gleich der halben Einnahme, die die Erweiterung bringt, zurückgezahlt wird, in längstens 10 Jahren aber vollständig.

Von den Tarifformen ist der Kilowattstundentarif am wenigsten verbreitet, vorwiegend werden Grundgebührentarife geboten. Dabei wird meistens der Arbeitspreis, zuweilen aber auch der Leistungspreis gestaffelt, z. B. 21 RM je Kilowatt und Jahr für die ersten 15 kW, 12,80 RM je Kilowatt und Jahr für die nächsten 40 kW, 10,50 RM für die dann folgenden 100 kW usf. (Boston). Auch der eine verwickelte Rechenarbeit verursachende Wright-Tarif, der aus einem Block mit abnehmenden Preisen besteht, wobei aber die Grenze zwischen den einzelnen Blocks nicht durch die Strommenge, sondern durch die Ausnutzung gezogen wird, kommt häufiger vor, z. B. 37,8 Pf je Kilowattstunde für die ersten 6 % des monatlichen Höchstverbrauchs, 29,4 Pf für die folgenden 6 %, 16,8 Pf für alles übrige (Portland). Monatlicher Höchstverbrauch ist gleich höchster Belastung mal Gesamtstundenzahl des Monats. Auch einfache Block-(Staffel-)Tarife sind sehr beliebt. Zur Berechnung der Grundgebühr dienen die Transformatorenleistung, die Fläche der angeschlossenen Wohn- und Betriebsräume, der Anschlußwert oder auch die Leitungsbaukosten. Mehrzählertarife kommen selten vor. Die Grundgebühr ist häufig recht hoch, so daß sich bei guter Ausnutzung eine starke Senkung der Strompreise ergeben müßte. Diese Aufgabe scheint sie aber nur unvollkommen zu erfüllen, da die gezahlten Strompreise z. T. noch sehr hoch sind. Häufig müssen auch die Abnehmer noch eine Kundengebühr zahlen, die zwischen 0,42 und 2,10 RM monatlich beträgt und auch als Grundgebühr zu bewerten ist. Daß die Farmer mit den Strompreisen nicht zufrieden sind, will wohl weiter nichts besagen, denn das wird immer und überall der Fall sein. Bei der San Joaquin Co. (Kalifornien) ist es auch schon zum Versuche eines Stromabnahmestreiks gekommen. Die Gesellschaft, die schon früher freiwillige Strompreissenkungen vorgenommen hatte, versuchte die Abnehmer durch sonstiges Entgegenkommen (Regelung älterer Strom- und Kaufschulden) zu beruhigen, aber da ihnen eine Erdgasgesellschaft mit einem billigen Gasangebot den Rücken steifte, beschlossen sie den Streik. Daß aber nicht allgemein die Strompreise zu hoch sind, beweisen einzelne der oben angeführten Zahlen. Wenn bei einem Stromverbrauch von 1000 ··· 1200 kWh, wovon doch ein gutes Drittel Lichtstrom ist, 22,2 ··· 18,7 Pf/kWh bezahlt werden, kann sich niemand beklagen. Und einen Preis von 13,2 Pf bei nur 2560 kWh Gesamtverbrauch kann man auch in Deutschland als nicht hoch bezeichnen. *Ha.*

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Beleuchtung.

Eine neue Leuchte für Natriumdampflampen. — Während die Quecksilberlampen mit normalem Goliath-Gewindesockel ausgerüstet sind und deshalb unter Einschaltung einer geeigneten Vorschaltdrossel in üblichen Glühlampenleuchten Verwendung finden können, mußten für Natriumdampflampen besondere Leuchten durchgebildet werden. Die im folgenden beschriebene Kandem-Leuchte[1]) Nr. 996 (Abb. 1) ist geeignet für

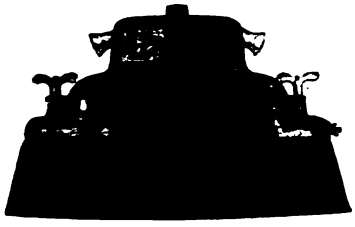
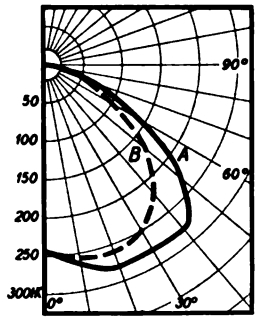


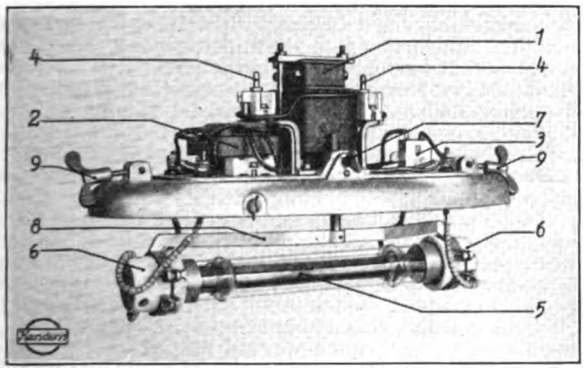
Abb. 1. Leuchte für Osram-Natriumdampflampe Type Na 300 für Wechselstrom, Kandem-Leuchte Nr. 996 M em.



A Hauptrichtung
B Seitenrichtung

Abb. 2. Lichtverteilungskurve für 1000 Lumen der Natriumdampfleuchte.

die Osram-Natriumdampflampe Type Na 300. Der Wattverbrauch einschließlich Vorschaltung beträgt 70 ··· 80 W; die Lichtleistung entspricht etwa einer 200 W-Glühlampe. Die Lichtverteilung der neuen Leuchte ist aus der nebenstehenden 1000 Lumenkurve (Abb. 2) ersichtlich. Die neue Natriumdampfleuchte baut sich aus drei Teilen auf, einem aus Leichtmetallguß hergestellten Oberteil mit Einführungspfeifen und Anschlußklemmen und einer Aufhängevorrichtung in Form einer Seilklemme, Muffe oder Isolierrolle, ferner aus einer leicht abnehmbaren, ebenfalls aus Leichtmetallguß bestehenden Montageplatte (Abb. 3),



1 Vorschaltdrosselspule
2 Heiztrafo
3 Entstörkondensator
4 Steckerstifte zur Verbindung der Montageplatte mit den im Leuchtenoberteil angeschlossenen Zuleitungen
5 Natriumdampflampe Type Na
6 Fassungen
7 Klemmschraube für Verstellung der Fassung
8 Tragbügel für die Fassungen
9 Scharnierschrauben zum Befestigen der Montageplatte am Leuchtenoberteil

Abb. 3. Montageplatte der Natriumdampfleuchte.

auf der einerseits Vorschaltdrossel, Heiztrafo und Entstörkondensator, anderseits ein verstellbarer Fassungstragbügel mit Fassungen untergebracht sind. An diese Montageplatte wird als drittes Teil ein Emaillereflektor angesetzt. Dieser Aufbau der Leuchte ermöglicht eine besonders bequeme Montage: Das Oberteil wird für sich allein aufgehängt und angeschlossen. Die Montageplatte wird erst nachträglich angesetzt, wobei eine sichere leitende Verbindung zwischen Oberteil und Montageplatte durch Steckkontakte hergestellt wird. Das Einführen der Natriumröhre ist ebenfalls sehr bequem. Die Fassungen haben Litzenzuleitung und können aus dem Tragbügel herausgenommen und auf die beiderseits mit Steckerstiften versehene Röhre aufgesteckt werden. In diesem Zustand wird dann die Röhre mit aufgesteckten Fassungen eingesetzt und die Fassungen im Haltebügel wieder befestigt.

Vielfach werden derartige Lampen auch in Reihenschaltung gebrannt. Für solche Zwecke kommen solche Leuchten mit eingebautem Überbrückungswiderstand mit und ohne Vorschaltdrossel zur Verwendung. *fi*

[1]) Hersteller: Körting & Mathiesen A.G., Leipzig-Leutzsch.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Eine windelektrische Anlage in Balaktawa (Rußland). — W. R. Sectorov beschreibt die erste in der Krim errichtete windelektrische 100 kW-Drehstromanlage. Hinsichtlich des russischen Elektrisierungsprogramms ist man der Überzeugung, daß windelektrische Werke nur wirtschaftlich sind, wenn man große Einheiten mit Drehstromgeneratoren errichten kann, die in die Überlandnetze zu arbeiten vermögen. Insbesondere muß man mit den Wasserkraftanlagen parallel arbeiten können, so daß sich die beiden Energieformen ergänzen können. Die bisherigen Anlagen mit Gleichstromerzeugung haben sich als unwirtschaftlich erwiesen. Die Energieerzeugung durch Windkraftwerke ist großen Schwankungen unterworfen. Dies würde zu Unzuträglichkeiten führen, denen man aber durch Parallelschaltung vieler Windwerke begegnet, so daß die Summierungskurve entsprechend vieler Windwerke einen ziemlich konstanten Verlauf zeigt.

Ehe man an den Bau einer sehr großen Anlage geht, baute man die hier geschilderte, bisher größte Versuchsanlage. Das Windrad soll wenig Flügel haben, um das Radgewicht bei größter mechanischer Festigkeit niedrig halten zu können. Für große Leistungen sind die erforderlichen Raddurchmesser sehr groß, z. B. für Leistungen von 3000 ··· 5000 kW würde man einen Durchmesser von 100 m benötigen. Windkraftwerke müssen ferner selbsttätig arbeiten. Die Krim bietet besonders günstige Bedingungen, und die geplanten Windwerke sollen mit Wärmekraftwerken sowie einem Wasserkraftwerk zusammenarbeiten, welches ein Ausgleichstaubecken von 30 Mill m³ hat. Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit am Aufstellungsort der beschriebenen Anlage ist 5,7 m/s. Der angetriebene Asynchrongenerator mit einer Spannung von 220 V hat bei 600 U/min eine Leistung von 100 kW. Das Flügelrad mit 3 selbsttätig verstellbaren Flügeln hat einen Durchmesser von 30 m und befindet sich auf einem 25 m hohen Gestell. Jeder Flügel hat in Achsennähe 2 m und am äußeren Ende 1 m Breite. Der Maschinenraum wird durch ein Steuer, welches auf einen Motor wirkt, selbsttätig der Windrichtung entsprechend gedreht. Im Mittel soll diese Anlage, die zwei Jahre lang in ein Netz gearbeitet hat, etwa 200 000 kWh i. J. erzeugt haben. (W. R. Sectorov, Elettrotecn. Bd. 21, S. 538.) *Rtz.*

Einlaufbauwerke für kleine Wasserkraftanlagen. — In Electr. Wld., N. Y., stand kürzlich ein Aufsatz über Einlaufbauwerke bei kleineren Elektrizitätsanlagen. Abgesehen davon, daß hier verschiedene Vorschläge besprochen werden, die für Einlaufbauwerke im besonderen in Frage kommen, interessiert es zu hören, daß man in Amerika kleine und kleinste Wasserkraftanlagen ausführt, wie wir sie in Deutschland kaum kennen. Da es sich in den meisten Fällen um abgelegene Anlagen handelt, sind dieselben vollkommen selbsttätig, so daß keinerlei Bedienung notwendig ist. Es handelt sich um Anlagen von 10 ··· 30 kW. Da bei diesen Anlagen keine ständige Überwachung vorhanden ist, sind besondere Maßnahmen notwendig, um sie bei allen Witterungs- und Wasserstandsverhältnissen betriebsfähig zu halten. Insbesondere muß der Eintritt von Sand und anderen Geschiebseln unter allen Umständen vermieden werden; außerdem aber ist es notwendig, die Anlagen vor Vereisung zu schützen. Derartige Anlagen sind in größerer Zahl ausgeführt worden, sowohl für kleinere Gemeinden als auch für Einzelgehöfte in Gegenden, wo keine Hochspannungsleitungen vorüberführen. Die Einzelheiten über die Anordnung des Einlaufs und die Ausbildung des Einlaufbeckens mit Sandfang usw. sind in jedem Fall von den besonderen Verhältnissen abhängig. In dem genann-

Digitized by Google

ten Aufsatz ist ein Beispiel für eine Anlage gegeben, wo durch Anordnung der Einläufe und besonderer Absitzbecken die notwendige Sicherheit gegen die obenerwähnten Gefahren gegeben ist.

Die Erfahrungen, die man in Amerika mit diesen kleinen Anlagen gemacht hat, sind sehr gut; selbst bei großer Kälte trat keinerlei Betriebstörung ein. Wenn auch bei uns in Deutschland die Verhältnisse andere sind als in Amerika, so besteht doch vielleicht auch hier die Möglichkeit und der Bedarf, derartige Anlagen gelegentlich einmal zur Ausführung zu bringen. (R. Johnson, Electr. Wld., N. Y., Bd. 103, S. 902.) *Wch.*

Leitungen.

Statistik der Reichpost über die Lebensdauer von Leitungsmasten. — 1. Über die Lebensdauer der Leitungsmaste im Freileitungsnetz der Deutschen Reichspost werden laufend Aufzeichnungen geführt, die sich jetzt auf 11,3 Mill Stangen und einen Zeitraum von 80 Jahren erstrecken. Hierunter befinden sich 5,5 Mill mit Kupfersulfat nach dem Boucherieverfahren, 1,7 Mill mit Quecksilbersublimat nach dem Kyanverfahren und 2,7 Mill mit Teeröl nach dem Rüpingschen Sparverfahren behandelte Stangen. Zum ersten Male sind diese Unterlagen 1903/05 von Christiani zur Berechnung der mittleren Standdauer benutzt worden. Die Ergebnisse konnten nicht endgültig sein, weil damals noch keine abgeschlossenen Jahrgänge vorlagen, die eine Nachprüfung der ermittelten Werte ermöglicht hätten, was um so nötiger gewesen wäre, als die Statistik nicht für die ganze Dauer auf der gleichen Grundlage aufgebaut war. Nachdem nunmehr weitere 30 Jahre vergangen sind, in deren Verlauf eine größere Zahl von Stangenjahrgängen aus den Linien verschwunden ist, und nachdem inzwischen verfeinerte Berechnungsverfahren ausgearbeitet worden sind, nach denen auch die Beobachtungen noch nicht abgeschlossener Jahrgänge ausgenutzt werden können, sind neue Feststellungen unternommen worden, über die berichtet wird.

Den Ergebnissen der Untersuchung vorausgeschickt ist eine Übersicht über den Bestand der in den Linien stehenden Stangen für die Zeit von 1854 bis 1932, getrennt nach den einzelnen Zubereitungsarten. Der größere Teil der älteren Verfahren ist inzwischen aufgegeben worden.

Die Anteile der verschiedenen Zubereitungsverfahren für die im Jahre 1932 eingestellten Stangen betragen bei den

R-Stangen (Teeröl-Sparverfahren)	74,8 %
K- „ (Quecksilbersublimat nach Kyan)	7,2 %
M- „ (Mischverfahren, Sublimat und Natriumfluorid)	17,4 %
sonstige Verfahren (Dinitrophenol, Thanalith, Lebendtränkung	0,6 %
zusammen	100,0 %

Nach einer Darlegung der Auswertungsmethode werden zunächst die Ergebnisse für eine Reihe abgeschlossener Jahrgänge zusammengestellt. Hierbei fällt auf, daß bei allen 4 Tränkungsarten die mittlere Gebrauchsdauer gegenüber den von Christiani gefundenen Werten, zum Teil beträchtlich, zugenommen hat:

B-Stangen	(Kupfersulfat)	1903: 11,7 J.	1933: 17,8 J.	
Z- „	(Zinkchlorid)	11,9 J.	13,3 J.	
Cr- „	(Teeröl, Volltränkung)	20,6 J.	26,9 J.	
K- „	(Sublimat)	13,7 J.	16,5 J.	

Dies ist einerseits darauf zurückzuführen, daß das mittlere Alter der in einem Teil der Statistik nur summarisch angegebenen Stangen mit einer Standdauer von 20 Jahren und darüber zu niedrig geschätzt worden ist, und daß sich der Einfluß der ungleichmäßigen Einstellungszahlen in der Christianischen Berechnung ungünstiger ausgewirkt hat, als damals angenommen werden konnte.

Nach dem Gesamtergebnis darf jetzt mit folgenden Zahlen gerechnet werden:

R-Stangen	33,4 J. (Beobachtungsjahrgang	1905 ··· 32)
K- „	26,8 J. („	1900 ··· 32)
M- „	22,9 J. „	1924 ··· 32).

Dies Ergebnis gilt zunächst nur für die Linien der DRP, es darf also auf andere Netze nur dann übertragen werden, wenn dort die Verhältnisse hinsichtlich des Stangenmaterials (Auswahl und Güteprüfung für das Rohholz, Tränkvorschriften, Behandlung beim Einbau und Überwachung des Gesundheitszustandes) sowie die geologischen und klimatischen Einflüsse annähernd die gleichen sind.

2. Es werden sodann für die abgeschlossenen Jahrgänge aller Zubereitungsarten die typischen Abfallinien gebracht und hinsichtlich ihrer verschiedenartigen Form besprochen, die durch Überlagern mehrerer im Mittelwert stark voneinander abweichenden Wahrscheinlichkeitskurven bedingt wird. Die Untersuchungen ergeben tatsächlich, daß zwischen den einzelnen RPD-Bezirken in der mittleren Gebrauchsdauer der Telegraphenstangen erhebliche Abweichungen bestehen. Es läßt sich z. B. für die B-Stangen eine Gruppe von 10 Bezirken bilden, in denen die mittlere Lebensdauer 10 ··· 22 % unter dem Reichsdurchschnitt liegt. Bei einer anderen Gruppe von fünf Bezirken liegen die Werte um 12 ··· 20 % über dem Reichsdurchschnitt. Merkwürdigerweise haben sich in den meisten Bezirken mit starker Anfälligkeit der B-Stangen die K-Stangen gut gehalten, und umgekehrt weisen diese dort nur eine kurze Gebrauchsdauer auf, wo die B-Stangen weniger schnell abgängig geworden sind.

Zum Schluß wird ein von Zyman angegebenes Rechnungsverfahren besprochen, das es gestattet, aus den Beobachtungsergebnissen für nur vier oder fünf beliebige Jahre den Verlauf der gesamten Abfallkurve zu bestimmen. Die Übereinstimmung mit dem wirklichen Verlauf wird durch ein Beispiel dargetan. Ferner werden Rechnungstafeln gegeben, mit deren Hilfe die Ergebnisse ohne zeitraubende Rechnungen nach den Zymanschen Formeln erhalten werden können. (Winnig, Arch. Post Telegr. 1934, H. 1.) *Sb.*

Amerikanische Gewitteruntersuchungen in Hochspannungsnetzen. — Seit Jahren werden an einigen amerikanischen 220- und 132 kV-Freileitungen eingehende Gewitteruntersuchungen angestellt[1]), über deren Ergebnis wie in früheren Jahren jetzt wieder ausführlich berichtet worden ist. Für die Untersuchungen sind mehrere Leitungen von insgesamt einigen 100 km Länge mit den verschiedensten Meßeinrichtungen ausgerüstet worden. Dazu gehört u. a. eine Vorrichtung zur Feststellung der Gewitterhäufigkeit und -heftigkeit, in der eine Glimmlampe einerseits mit einer senkrechten Antenne und anderseits mit Erde verbunden ist. Bei starken Änderungen des luftelektrischen Feldes durch Blitzschläge in der Nachbarschaft der Einbaustelle des Gerätes entlädt sich die Antenne über die Glimmlampe. Aus der Stärke der Belichtung eines feststehenden Filmes im Laufe einer Woche wird auf die Häufigkeit der Gewitter und die Heftigkeit der Entladungen geschlossen. Weiter sind eingebaut Blitzschlaganzeiger an den Masten und Überschlaganzeiger an einer großen Zahl von Isolatorenketten. Einzelne Masten sind auch mit besonderen Blitzauffangstangen ausgerüstet; sie sind mit dem Mast über einen Widerstand verbunden, zu dem parallel ein Einschlaganzeiger liegt. Schließlich sind 1933 auf mehreren Leitungstrecken an den Masten je zwei feinunterteilte Stahlpaketchen (Stahlstäbchen) zur Blitzstromstärken-Messung angebracht worden[2]).

Auf einigen Leitungen ist zu Vergleichsversuchen abschnittweise Bodenseil verlegt, oder die Masten sind mit Strahlenerdern versehen worden. Neben Leitungsabschnitten ohne Erdseil waren solche mit einem oder auch mit zwei Erdseilen ausgerüstet, um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Zur Überwachung der sich bei Blitzeinschlägen abspielenden Betriebsvorgänge sind an den Enden einiger Leitungen selbsttätig arbeitende Schleifenoszillographen eingebaut worden. Aus den aufgenommenen Oszillogrammen konnte mit Erfolg auf die ungefähre Lage der jeweiligen Fehlerstelle nach einem Überschlag geschlossen werden, so daß immer nur ein begrenzter Leitungsabschnitt abgegangen werden mußte.

Von besonderem Interesse für den Vergleich mit den entsprechenden deutschen Untersuchungen[3]) sind die Ergebnisse der Blitzstromstärken-Messungen. Bei der rd. 100 km langen 220 kV-Leitung Wallenpaupack—Siegfried sind 32 Stromstärkenwerte erhalten worden. Alle Blitzeinschläge bis auf einen haben negative Wolkenladung nach Erde abgeführt. Die Scheitelwerte der Stromstärken lagen zwischen 4000 und 40 000 A. Auf dem mit zwei Erdseilen ausgerüsteten Abschnitt sind durch die Stahlstäbchen 10 Einschläge mit Stromstärken bis zu 27 000 A nachgewiesen worden. Die Erdungswiderstände der betroffenen Masten lagen zwischen 5 und 26 Ω. Als höchste Mastkopfspannung hat sich 360 kV ergeben, so daß bei der Stoßüberschlagspannung der Isolatorenketten von 1200 ··· 1400 kV keine rückwärtigen Überschläge auftreten konnten. In dem zweiten Leitungsabschnitt ohne Erdseil sind an 22 Masten magnetische Stahlstäbchen gefunden worden. In 12 dieser Fälle hat es Überschläge gegeben. Da nur in drei Fällen davon eine Mastkopfspannung von der Größenordnung der Stoßüberschlagspannung der Isolatoren vorhanden war, wird vermutet, daß die Überschläge und

[1]) ETZ 1932, S. 1121.
[2]) Vgl. ETZ 1934, S. 1280.
[3]) ETZ 1934, S. 505 u. 536.

Digitized by Google

Leitungsauslösungen durch Phasenseil-Einschläge hervorgerufen worden sind. In den 12 Fällen mit Überschlägen haben die Masterdungswiderstände zwischen 11 und 58 Ω, in den 10 Fällen ohne Überschläge zwischen 13 und 30 Ω gelegen.

An der 132 kV-Leitung Glenlyn—Roanoke sind in 23 Fällen Stromstärkenmessungen gelungen mit Scheitelwerten von 7000 ··· 63 000 A. Auch hier haben alle Blitze bis auf einen negative Wolkenteile entladen. Überschläge an Isolatoren sind nur in drei, Leitungsauslösungen nur in zwei Fällen vorgekommen. Die Masterdungswiderstände betrugen hierbei 35, 80 und 140 Ω. In den übrigen Fällen lagen sie zwischen 5 und 22 Ω.

Im übrigen sind aus den Untersuchungen an diesen beiden und an einer Anzahl weiterer Leitungen folgende Erkenntnisse gewonnen worden. Es soll aber noch vorausgeschickt werden, daß die Leitungen sämtlich mit geerdetem Sternpunkt des Drehstromsystems betrieben werden, daß also jeder einphasige Überschlag nach Erde bereits zu einer Leitungsauslösung führt, wenn nicht besondere Vorrichtungen an den Isolatorenketten eingebaut sind, die den Erdschlußlichtbogen unterbrechen, ehe die Leitungschalter auslösen.

1. Die Leitungsabschnitte ohne Erdseil haben vergleichsweise erheblich mehr Überschläge und Leitungsauslösungen als die Leitungen mit einem oder zwei Erdseilen. Bei zwei 132 kV-Leitungen auf Holzmasten ohne Erdseil liegt z. B. die Ausfallziffer 50 % über den Ziffern der Eisenmastleitungen mit Erdseilen.

2. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ist nur eine einzige Phase betroffen worden. (Es liegen aber keine eindeutigen Feststellungen darüber vor, ob es sich hierbei hauptsächlich um Phasenseil-Einschläge oder um rückwärtige Überschläge handelt.) Bei einer 132 kV-Leitung waren nach den aufgenommenen Oszillogrammen 77 % Fehler einphasig, 13,4 % zweiphasig und 9,6 % dreiphasig. In 7,8 % der Fälle haben die Fehler einphasig begonnen und sind dann auf zwei Phasen übergegangen; in 1,6 % der Fälle waren zuerst zwei und dann drei Phasen in Mitleidenschaft gezogen.

3. Für jede Leitung läßt sich ein oberer Grenzwert für den Masterdungswiderstand angeben, unterhalb dessen praktisch vollkommene Sicherheit gegen rückwärtige Überschläge besteht[1]). Welcher Art die Masterdungen sind, soll ohne wesentlichen Einfluß sein, wenn nur der Grenzwert eingehalten ist.

4. Das Bodenseil hat sich als wirksames Mittel zur Herabsetzung der Erdungswiderstände erwiesen. (Anm. d. Ber.: Nach den Meßergebnissen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen gilt dies aber nur eingeschränkt. Es kommt nämlich wesentlich auf den Wert des Masterdungswiderstandes ohne Bodenseil an. Wenn dieser bei einer 100 kV-Leitung mehr als 100 Ω beträgt, kann das Bodenseil keinen vollkommenen Schutz gegen rückwärtige Überschläge geben[2]). Bei der amerikanischen 220 kV-Leitung mit Bodenseil lagen die Masterdungswiderstände ohne Bodenseil zwischen 50 und 150 Ω. In Anbetracht der gegenüber einer deutschen 100 kV-Leitung wesentlich höheren Isolation muß man annehmen, daß tatsächlich bei diesen Widerstandswerten das Bodenseil bei der 220 kV-Leitung einen praktisch vollkommenen Schutz gegen rückwärtige Überschläge ergibt.)

5. Außer der Herabsetzung der Masterdungswiderstände soll auch eine Verringerung der Stromdichten in der unmittelbaren Umgebung des Mastfußes angestrebt werden durch Verlegung von Strahlenerdern und Bodenseilen, die den Blitzstrom vom Mastfuß fortleiten.

6. Die überwiegende Mehrzahl aller Blitzeinschläge hat negative Wolkenladung abgeleitet. Mit Stahlstäbchen sind Stromstärken in Eisenmasten von 4000 ··· 63 000 A Scheitelwert gemessen worden. Die früher auf andere Weise bestimmten Stromstärkenwerte haben sich als viel zu hoch erwiesen (wahrscheinlich weil die Meßeinrichtungen infolge der Steilheit der Blitzströme noch elektromagnetischen Induzierungen ausgesetzt waren). (W. W. Lewis u. C. M. Foust, Electr. Engng. Bd. 53, S. 1180; E. Bell, S. 1188; Ph. Spornu. I. W. Groß, S. 1195.)

Gd.

Elektromaschinenbau.

Röhrenfeinregler für Maschinen. — Der Hochvakuum-Elektronenröhren-Feinregler ist ein Gleichstrom-Widerstandsverstärker, bestehend aus 2 oder 3 Verstärkerstufen. Dem Eingangsgitterkreis des Verstärkers wird die zu regelnde Spannung abzüglich einer konstanten Vergleichspannung zugeführt, der Ausgangskreis (letzte Verstärkerstufe) besteht aus einer Reihe parallel geschalteter Röhren, die meistens der Erregerwicklung der zu regelnden Maschine vorgeschaltet sind und ähnlich wie ein veränderlicher Widerstand den Strom in dieser Wicklung abhängig von der Eingangsgitterspannung steuern.

Das Arbeitsprinzip für die Regelung eines Gleichstromgenerators auf konstante Spannung ist folgendes: Eine etwa durch Belastung des Generators oder Drehzahländerung hervorgerufene Senkung der Generatorspannung ergibt am Eingangsgitter eine Spannungsänderung; die entsprechende Anodenstromänderung im Eingangsrohr bzw. in den Endröhren bewirkt eine Verstärkung des Erregerfeldes und damit wieder eine Spannungssteigerung, so daß die ursprüngliche Abweichung bis auf einen sehr geringen Betrag (Größenordnung 1 ‰ und weniger, statische Regelung) ausgeglichen wird. Anstatt den vollen Erregerstrom durch die Endröhren zu verändern, wird häufig durch Parallelschaltung eines Widerstandes zu den Endröhren nur ein Teilstrom gesteuert. Die Spannung des Erregerkreises kann dem Netz, einem besonderen Erregergenerator, oder der geregelten Maschine selbst entnommen werden.

Die von einem Röhrenregler aussteuerbare Leistung ist einmal begrenzt durch die zulässige Anodenverlustleistung der Röhren und durch die höchste Anodenspannung. Ferner müssen die Gitterspannungen so gewählt werden, daß das Auftreten eines Gitterstromes vermieden wird. Dieser bedeutet eine Herabsetzung der Reglerempfindlichkeit (Spannungsverstärkung). Die hohe Spannungsverstärkung des Reglers erfordert eine Aussiebung der in der Gleichspannung stets vorhandenen Oberwellen. Die hierfür notwendigen Siebketten müssen neben der hohen Siebfähigkeit eine geringe Zeitkonstante aufweisen, um die Regelzeiten gering zu halten. Vergleichspannungsquelle im Eingangskreis ist eine (stromentlastete!) Trokkenbatterie (20 ··· 100 V), die Anodenspannungen für die beiden Eingangsverstärkerstufen werden über einen magnetischen Spannungsgleichhalter und Trockengleichrichter mit Siebketten entnommen; Spannungschwankungen des Hilfs-Wechselspannungsnetzes, das außer den Anodenspannungen auch die Heizung der Röhren versorgt, sind dadurch unwirksam gemacht. Einer der beschriebenen dreistufigen Feinregler hat je ein indirekt geheiztes Verstärkerrohr in den beiden Eingangstufen und 12 parallel geschaltete direkt geheizte Verstärkerröhren handelsüblicher Art in der Endstufe. Bei 0,1 ··· 0,15 V Eingangsspannungsänderung tritt etwa 1 A Stromänderung im Endröhrenkreis auf, entsprechend höchstens 200 W Leistungsänderung.

Wechselspannungen werden in der Weise geregelt, daß dem Eingangskreis des Widerstandsverstärkers die konstant zu haltende Spannung nach vorheriger Gleichrichtung und Glättung zugeführt wird. Der Verstärker arbeitet demnach als Scheitelwertregler; tatsächlich wird aber ein unter dem Scheitelwert befindlicher Mittelwert konstant gehalten, da im Gitterkreis Verluste (z. B. Eingangs-Gitterspannungsmesser) vorhanden sind bzw. eingeführt werden müssen, so daß eine gewisse Welligkeit in der geglätteten Gleichspannung grundsätzlich vorhanden ist. Enthält die geregelte Maschine Oberwellen veränderlicher Größe, so müssen Siebkreise angebracht werden, die die Oberwellenspannungen vom Eingangsgitter fernhalten.

Anstatt die Spannung eines einzelnen Generators konstant zu halten, kann man bei vorhandenem schwankenden Netz durch in Reihe geschaltete, über Feinregler erregte Zusatzgeneratoren eine konstante Netzspannung erzeugen; bei Wechsel- und Drehspannungsanlagen muß der Antrieb dieser Zusatzmaschinen synchron geschehen. Drehspannungs-Regelanlagen, die auch bei unsymmetrischer Belastung konstante Netzspannung halten sollen, erfordern 3 Zusatzgeneratoren und 3 Regler. Eine wegen der hohen Spannungsverstärkung der Regler auftretende Pendelneigung wird durch Rückkopplungskreise unterdrückt.

Zur Regelung der Drehzahl von Antriebsmaschinen mit einer Genauigkeit von etwa 1 ‰ wird dem Eingangskreis des Röhrenreglers eine der Drehzahl proportionale Spannung von einer Wechselstrom-Tachometermaschine zugeführt, die durch permanente Magnete erregt wird. Alle anderen Erregungsverfahren ergeben unzulässig hohe Abweichungen der Tachometermaschinenspannung vom drehzahlproportionalen Wert. Wie bei Wechselspannungsanlagen (s. o.) wird die Tachometermaschinenspannung über einen Glühkathoden-Gleichrichter dem Reglereingang zugeleitet. Der vom Röhrenregler veränderte Strom wirkt z. B. auf die Feldwicklung des auf konstanter

[1]) Vgl. hiermit ETZ 1934, S. 537, Zahlentafel 4.
[2]) ETZ 1934, S. 539.

Digitized by Google

Drehzahl zu haltenden Gleichstrommotors. — Diese Feinregler eignen sich für Prüffelder und Meßanlagen, Schiffbau- und aerodynamische Versuchsanstalten. (R. G. Berthold u. A. v. Engel, Siemens-Z. Bd. 14, S. 214.) *Sb.*

Einfluß der Eisensättigung auf den Anlaufstrom von Käfigankermotoren. — Es ist bekannt, daß der Kurzschlußstrom eines Drehstrommotors im Stillstand nicht im gleichen Maß wie die Klemmenspannung anwächst, sondern bei größeren Spannungen schneller zunimmt. In der zeichnerischen Darstellung würde die Kurve keine Gerade sein, sondern eine Krümmung aufweisen. Das ist weiter nichts als die altbekannte Tatsache, daß mit zunehmender Spannung die Induktivität einer Wicklung mit Eisen infolge Erhöhung des magnetischen Widerstandes der Eisenwege abnimmt. Es scheint für Käfigankermotoren ein praktisches Bedürfnis vorzuliegen, diese Abnahme der Induktivität mit anwachsender Spannung berechnen zu können. Der Kurzschlußstrom wird aus dem induktiven Streu-Blindwiderstand bestimmt. H. M. Norman untersucht daher den Einfluß der Eisensättigung auf die Streuwege, in erster Linie auf den Streuweg des „Zickzackstreuflusses" und den des „Zahnspitzen-Streuflusses", da natürlich in den Zähnen sich die Eisensättigung zuerst bemerkbar macht. Sein Gedankengang ist dabei folgender: Bleibt der Strom konstant, dann geht der Zickzackstreufluß in gleichem Maß zurück, wie der magnetische Widerstand mit der Eisensättigung zunimmt. Er legt seiner vereinfachten Rechnung einen Eisenweg von 25,4 mm und einen Luftweg von $2 \cdot 0{,}51$ mm zugrunde. Unter Annahme einer über den ganzen Weg konstanten Induktion berechnet er das Verhältnis von magnetischer Spannung des Luftspaltweges zur magnetischen Spannung des ganzen Weges für verschiedene Induktionswerte. Diese Verhältniswerte sollen nach obigem die Verringerung des Zickzackstreuflusses angeben. Diese prozentische Verringerung der Zickzackstreuung wird in Abhängigkeit einer „fiktiven Induktion" aufgetragen. Für die Berechnung dieser fiktiven Induktion gibt der Verfasser eine Formel an, durch welche die Anpassung der obigen, primitiven Rechnung an die besonderen Verhältnisse eines beliebigen Motors erfolgen soll. Als Begründung hierfür gibt Norman durchgeführte Versuche an. Für den Einfluß der Eisensättigung auf die Zahnspitzenstreuung werden ebenfalls ohne Begründung, lediglich unter Hinweis auf die praktische Erfahrung, Formeln angegeben, die die Änderung der magnetischen Leitfähigkeit des Zahnkopfes bzw. der Nut berücksichtigen sollen. An einem praktischen Beispiel wird die Anwendung der gegebenen Hilfsmittel zur Berechnung des Anlaufstromes für verschiedene Spannungen gezeigt.

Zur Kritik des Aufsatzes sagt der Verfasser selbst: „Wenn jemals eine mathematische Überlegung des praktischen Beweises bedurfte, dann ist es diese. Die einzige Rechtfertigung für die Veröffentlichung dieser Kurven und Formeln ist, daß mit ihnen das geforderte Ergebnis mit einiger Genauigkeit erreicht werden kann." In der vorliegenden auszugsweisen Veröffentlichung kann von mathematischen Überlegungen keine Rede sein. Man wird dagegen mangels Besserem die gegebenen Formeln als empirische Erfahrungswerte gelten lassen, wenn sie, wie oben behauptet, zu einigermaßen befriedigendem Ergebnis führen. Vor allem fehlt im Aufsatz eine Angabe, wie der Verfasser die Zickzack- und die Stirnstreuung ohne Eisensättigung rechnet, da das Verhältnis der einzelnen Streuungswerte mit Rücksicht auf die spätere Reduzierung wichtig ist. Bei diesem Problem ist schließlich zu beachten, daß das Anlaufmoment durch die Eisensättigung ebenfalls verändert wird, worauf zwar im vorliegenden Aufsatz hingewiesen, aber keine Lösung angegeben wird. (H. M. Norman, Electr. Engng. Bd. 53, S. 536.) *Bö.*

Der Doppelkäfigläufer-Motor mit veränderlicher Streureaktanz im Läufer. — Beim Doppelkäfigläufer-Motor (DKL-Motor) ist die Anlaufwicklung in der Hauptsache für die Anlaufeigenschaften, die Betriebswicklung für die Betriebseigenschaften maßgebend. Da jedoch die Wirksamkeit jeder Läuferwicklung in das Gebiet der anderen übergreift, besteht eine ziemlich enge Verbundenheit zwischen Anlauf und Betriebseigenschaften. Verbessert man letztere durch entsprechende Wahl der Festwerte, so verschlechtert man erstere und umgekehrt. Die Verbundenheit kann gelockert werden, indem man eine Läuferkonstante veränderlich macht. Es wird der Fall untersucht, daß die Streureaktanz der Betriebswicklung für den Anlauf einen großen Wert hat und für den Bereich kleiner Schlüpfungen, also für den Betriebsbereich auf einen möglichst kleinen Wert verringert wird.

Die Eigenschaften des DKL-Motors kommen am übersichtlichsten zum Ausdruck in seinem Stromdiagramm. Es wird deshalb zunächst das Stromdiagramm des allgemeinen Transformators in einer einfachen und übersichtlichen Form entwickelt. Die sekundäre Belastungsimpedanz wird dabei als komplexe Funktion eines Parameters als gegeben angenommen. Man erhält aus ihr die Ortskurve des Primärstromes durch eine Verdrehung des Koordinatensystems, Inversion und Verschiebung des Ursprungs. Für die normale Asynchronmaschine ist z. B. die Impedanzkurve eine Gerade, die Inversion ein Kreis. Für die Kaskadenschaltung zweier Asynchronmaschinen ist für die sekundäre Impedanz einzusetzen die Summe aus der sekundären Impedanz der Vordermaschine und der Gesamtimpedanz der Hintermaschine, so daß sich als Impedanzkurve eine zirkulare Kubik, als Stromkurve eine bizirkulare Quartik mit Selbstschnitt, die bekannte Stromkurve der Kaskadenschaltung ergibt. Für die Asynchronmaschine mit Kappschem Vibrator ist die Impedanzkurve eine Parabel, die Stromkurve eine Quartik. Als Impedanzkurve der DKL-Maschine ergibt sich ebenfalls eine zirkulare Kubik. Diese läßt sich in sehr einfacher Weise aus den Grundkonstanten der Maschine konstruieren. Das hieraus entwickelte Stromdiagramm läßt sich genau wie das Kreisdiagramm der normalen Asynchronmaschine mit Linien des Drehmomentes, der mechanischen Leistung, der Schlüpfung usw. ausstatten. Es können zu jeder Drehzahl sofort die Ströme nach Größe und Phase, ferner Netzleistung, mechanische Leistung und Drehmoment entnommen werden. Die Momentenlinie stellt dem Verlauf des Drehmomentes mit seinen Maxima und Einsattelungen dar. Es wird abgeleitet, daß bei Veränderung der Streureaktanz einer Läuferwicklung Punkte gleicher Schlüpfung im Impedanz- und Stromdiagramm auf inversen Kreisen wandern. Die jedem dieser Punkte entsprechenden Eigenschaften des Motors lassen sich direkt aus dem Stromdiagramm ablesen, die Veränderung der Motoreigenschaften mit Änderung der Streureaktanz also in sehr übersichtlicher Weise verfolgen. Es zeigt sich, daß durch diese Änderung sich Eigenschaften im Motor unterbringen lassen, die in einem normalen DKL-Motor nicht vereinigt werden können, weil sie sich bei ihm widersprechen. — Anschließend wird das Stromdiagramm für einen nach diesem Prinzip gebauten Motor[1]) berechnet und mit dem experimentell aufgenommenen verglichen. Die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch ist gut. (W. Scheuring, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 10, S. 654.)

Apparate und Stromrichter.

Stromstärkenmessung an Überspannungsableitern. — Zur Messung der bei Überspannungen durch die Ableiter abgeflossenen Ströme sind bei einer 24 kV-Holzmastleitung der Detroit Edison Cy. in die gemeinsame Erdungsleitung dreiphasiger Ableitersätze Meßeinrichtungen eingebaut worden. Sie bestehen aus einer Funkenstrecke mit Kupferelektroden von rd. 50 mm Dmr., zwischen denen rd. 0,03 mm dickes gewachstes Papier liegt[2]). Das Papier wird beim Ansprechen der Funkenstrecke durchlöchert. Parallel zu der Funkenstrecke ist ein Widerstand von 500 Ω geschaltet. Die ganze Vorrichtung ist etwa $100 \cdot 100 \cdot 150$ mm groß. Vorversuche mit künstlichen Stoßströmen haben ergeben, daß die Größe des im Papier entstehenden Loches fast ganz unabhängig von der Dauer des Stoßstromes ist und allein vom Scheitelwert des Stromes bestimmt wird. Folgen zwei verschieden große Ströme aufeinander, so entspricht das Loch im Papier stets dem größeren Strom. Zur Stromstärkenbestimmung muß die Lochgröße ermittelt werden. Hierzu dient folgende eigenartige Vorrichtung. Ein 750 mm langer Metallzylinder ist an einem Ende geschlossen. Ein zweiter 150 mm langer Zylinder mit einer Maßeinteilung über die ganze Länge paßt saugend in den ersten. Sein unteres eintauchendes Ende ist offen, während sich in dem oberen Deckel eine Bohrung befindet, die mit dem durchlöcherten Papier bespannt wird. Der äußere Zylinder wird etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt, der innere dann eingesetzt und die Zeit gestoppt, die für eine bestimmte Absenkung erforderlich ist. Sie hängt ganz von der Lochgröße ab, läßt also nach entsprechender Eichung der Einrichtung unmittelbar einen Rückschluß auf die Lochgröße und damit den Scheitelwert der Stromstärke zu. Die Eichung wurde mit künstlichen

[1]) Motor der BEW-Landshut, s. ETZ 1927, S. 1151.
[2]) Vgl. a. ETZ 1931, S. 846.

Digitized by Google

Stromstößen von 50 000 bis 100 000 A Scheitelwert vorgenommen.

Die in dem Netz eingebauten Geräte werden nach jedem Gewitter auf durchlöcherte Papierscheiben nachgesehen. Da von mehreren Stromdurchgängen immer nur der größte Wert entnommen werden kann, läßt sich mit den Meßeinrichtungen nicht die Zahl der Stromdurchgänge bei einem Gewitter bestimmen. Die erhaltenen Stromwerte stellen auch nicht etwa Blitzströme, sondern lediglich die über die Ableiter abgeflossenen Stromstärken dar. 1933 sind rd. 500 Meßwerte erhalten worden. Über 10 000 A sind 8 Werte (rd. 1,5 %) von Stromstärken bis zu 34 000 A gemessen worden. Etwa 300 Werte (rd. 62 %) lagen unter 500 A Scheitelwert. Die Stromstärkenmessungen sind wichtig für die Beurteilung des Schutzwertes der Überspannungsableiter. (H. W. Collins, Electr. Wld., N. Y., Bd. 103, S. 688.) *Gd.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Das Wechselspannungs-Normal, ein neuartiger Wechselstromkompensator. — Alle bisher gebräuchlichen Wechselstromkompensatoren verwenden bei jeder Messung einen Strommesser zur Einstellung eines Hilfsstromes. Dadurch tritt u. U. eine Fälschung der Kompensationsspannungswerte durch Falschanzeige des Strommessers oder durch Verzerrung des Hilfsstromes ein, da der Strommesser den Effektivwert der verzerrten Stromkurve mißt, während bei der Kompensationsmessung nur die Grundwelle erfaßt wird. Diese Fehlerquelle vermeidet das „Wechselspannungs-Normal" nach Beckmann[1]). Bei diesem Kompensator wird durch einen mit der Welle eines Synchronmotors (Einphasen-Reaktionsmotor) umlaufenden permanenten Magneten ein netzsynchrones stetes Drehfeld erzeugt, das in einer Spule die Kompensationsspannung induziert. Diese Spannung kann durch Verdrehen der Spule um eine Achse der Größe nach und durch Verdrehen um eine zweite Achse (bzw. durch Verdrehen des Ständers des Synchronmotors) der Phase nach stetig geändert werden. Die Kompensationsspannung ist bei gegebener Konstruktion nur abhängig von der Stellung der Spule und von der Frequenz, welche durch ein fest angebautes Tachometer gemessen wird. Sie ist dagegen vollständig unabhängig von der Höhe und der Kurvenform der den Motor speisenden Netzspannung. Die bei Schwankungen der Klemmenspannung des Motors oder der Frequenz auftretenden Änderungen der Phasenlage der Kompensationsspannung sind gering und betragen etwa ± 0,05 % bei 0,1 % Schwankung einer der beiden Größen. Der Meßbereich der untersuchten Versuchsausführung des Wechselspannungs-Normals beträgt 34,5 mV. Die Messungen lassen sich auf 0,07 mV und auf 0,1 ° genau durchführen. Wegen der Anschaulichkeit des Meßprinzips und des einfachen Aufbaues des Gerätes und der Schaltung eignet sich das Wechselspannungs-Normal vorzüglich zur Ausführung von Kompensationsmessungen auch durch ungeschultes Personal. (H. Schröer, Arch. Elektrotechn., Bd. 28, H. 10, S. 612.)

•

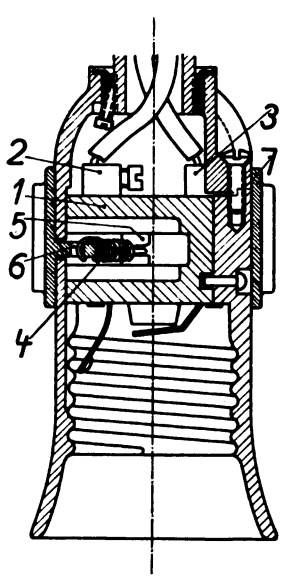
Elektrowärme.

Spannungen und Schrumpfungen beim elektrischen Bogenschweißen. — Die stark anwachsende Anwendung der elektrischen Bogenschweißung bedingte eine ausgedehnte Forschungsarbeit, die sich auf Geräte, Zusatzwerkstoffe, Fertigungsart und nicht zuletzt auf die Schweißnaht und das geschweißte Stück selbst erstreckte. Dieser Forschungsarbeit ist es zum größten Teil zu verdanken, wenn heute die elektrische Bogenschweißung wohl die wichtigste Verbindungsart von Stahlteilen geworden ist. Eine der schwierigsten Untersuchungen ist die der Spannungen und Schrumpfungen an geschweißten Bauteilen. Hier lag Neuland vor; die Erforschung mit den bisher bekannten Meßinstrumenten versagte teilweise, und es mußten besondere Instrumente, die gegen die hohen Schweißtemperaturen gefeit waren, ersonnen werden. O. Mies[2]) war einer der ersten, der dieses Gebiet sowohl für die autogene wie für die elektrische Bogenschweißung durchforschte. Lottmann[3]) untersuchte als erster die Schrumpfspannungen an elektrisch geschweißten, eingespannten Blechen und gab Mittel zu ihrer Verringerung an. H. Gehring[4]) und schließlich E. H. Schulz und Wilh. Püngel ergänzten und erweiterten diese Untersuchungen. Soweit die Forscher gleiche Versuchsbedingungen einhalten, kommen sie auch trotz verschiedener Meßverfahren zu etwa gleichen Ergebnissen. Darüber hinaus haben sie je nach besonderen Vorbedingungen weitere wertvolle Aufschlüsse gefunden. Zusammenfassend kann man folgendes feststellen: Untersucht wurden bisher nur stumpfgeschweißte Nähte (keine Kehlnähte) an eingespannten Blechen von St 37, 48 und 52, dabei ergab sich: es treten sowohl Schrumpfungen als auch Druck- und Zugspannungen auf, und zwar längs und quer zur Naht. Die Spannungen längs zur Naht sind bedeutend größer als quer; bei eingespannten Blechen sind auch die Querspannungen erheblich und erreichen oft die Streckgrenze, manchmal sogar die Bruchgrenze. Die Elastizitätsgrenze wird stets überschritten, also bleibende Dehnung wird stets vorhanden sein. St 37 schrumpft mehr als St 52. Spannungen und Schrumpfungen fallen mit abnehmender Blechstärke, bei Verwendung von blanken Stäben statt Schmelzmantelstäben, bei Mehrlagen-Schweißung, bei Einlagen-Schweißung nach Pilgerschritt, bei größerer Stromstärke und kleinerem Elektrodendurchmesser, bei engem Nutspalt, bei gleichmäßiger Abkühlung von Naht und Blech. Spannungen können durch Normalglühen aufgehoben werden. (E. H. Schulz u. W. Püngel, Stahl u. Eisen Bd. 53, S. 1233.) J. C. Fritz, Köln-Kalk.

Vollselbsttätige Rohrschweißmaschine. — Eine bemerkenswerte Rohrschweißmaschine zur Verbindung von Rohrenden bis zu 260 mm Dmr. und etwa 25 000 mm² Materialquerschnitt mittels Abschmelzschweißung wurde in England erstellt. Die Maschine leistet 600 kW, mißt etwa 5 · 3 · 3 m und arbeitet vollselbsttätig, Stauch- und Schweißdruck sind hydraulisch und veränderlich von 10 bis 50 t. Gebaut wurde die Maschine in 5 Monaten von Prescot Lancs. für die kaiserl. brit. chem. Industrie. (Engng. Bd. 137, S. 633.) *J. C. F.*

Installation.

Eine Lampenfassung mit Schaltkranz. — Die neue EFKA-Fassung[1]) mit Gewinde E 27 stellt eine grundsätzliche Neuerung dar, weil sie mit einem Kippschalter, der mittelst eines allseitig bedienbaren Schaltkranzes betätigt wird, versehen ist. Der allgemein übliche, leicht immer wieder zu Beanstandungen Veranlassung gebende Schaltknebel ist bei dieser neuen Ausführungsart in Wegfall gekommen. Der konstruktive Aufbau dieser Fassung, die vom VDE geprüft ist, und die Ausführungsart zeichnen sich durch Einfachheit und Zweckmäßigkeit aus (Abb. 4).



1 Isoliersockel
2, 3 Anschlußklemmen
4 Zugfeder
5 beweglicher Schaltkontakt
6 Ansatz
7 Schaltkranz

Abb. 4. Aufbau der Lampenfassung mit Schaltkranz.

Mit 1 ist der Isoliersockel der Schaltfassung bezeichnet, welcher die Anschlußklemmen für die Stromleitung 2 und 3 trägt. In einer Aussparung des Isoliersockels 1 ist die Zugfeder 4 untergebracht, deren eines Ende mit deren Schaltkontakt 5 und deren anderes Ende mit einem Ansatz 6, der den Isoliersockel umgebenden drehbaren Hülle 7 (Schaltkranz) verbunden ist. Der mit einer Rille zur Aufnahme der Federöse versehene bewegliche Kontakt 5 wird durch die Zugkraft der Feder 4 gegen eine Führungsbahn des Isoliersockels gedrückt und in der Ruhelage in Vertiefungen festgehalten. Beim Drehen der Hülle 7 wird die Feder 4 gespannt und demzufolge der Kontakt aus seiner Lage heraus in die andere Schaltstellung geschleudert.

[1]) DRP. 587 443.
[2]) Schmelzschweißg. Bd. 2, S. 342 (1909) u. Wärme Bd. 57, S. 114 (1934).
[3]) Elektroschweißg. Bd. 1, S. 205 (1930); Schiffbau Bd. 6, S. 268 (1933).
[4]) Mitt. Forsch.-Inst. verein. Stahlwerke, Dortmund Bd. 3, S. 107 (1933).

[1]) Hersteller: Frankl & Kirchner, Elektrizitätsgesellschaft m.b.H., Mannheim.

Digitized by Google

Diese Fassungen finden insbesondere vorteilhaft bei Werkplatzleuchten bzw. in all den Fällen Verwendung, wo eine häufige Bedienung des in die Fassung eingebauten Schalters erforderlich ist. *f*

Drei Jahrzehnte Installationsmaterial[1]). — Der Abschluß einer dreijahrzehntelangen Entwicklungsarbeit auf dem Gebiete der Installationsmaterialien gilt seit einigen Jahren als beendet, und zwar dank der regen Kommissionstätigkeit des VDE, unterstützt durch wertvolle Mitarbeit von Behörden und Fachverbänden, insbesondere auch durch rege Anteilnahme berufener Persönlichkeiten zur Verwirklichung von Bestrebungen, die schon zu Beginn der Elektrotechnik, dann aber besonders zu Anfang des Jahrhunderts und nach Beendigung des Krieges einsetzten. — Ihren Niederschlag finden diese vornehmlich in den VDE-Vorschriften für Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial der KPJ 28, die in ihrer jetzigen Form eine saubere, auch für andere Länder vorbildliche Arbeit darstellen und nun in ihrer Gesamtabfassung, zum mindesten inhaltlich, beizubehalten empfehlenswert erscheint.

Das gesamte Gebiet der Installationsmaterialien fand durch alle diese Arbeiten, an denen die Industrie und das Installationsgewerbe selber eifrig mitzuschaffen sich bemühten, grundsätzliche Klärungen durch Normung, Typisierung und Vereinheitlichung. — Langsam fand man sich zu Einheitssystemen, so auf dem Gebiete der Installationssicherungen zum D-Stöpselsystem und auf dem Gebiet der Fassungen vornehmlich zum System der Edisonschraubfassungen mit Berührungschutz. Auch Steckvorrichtungen wurden mehr als bisher vereinheitlicht, und zwar auch hinsichtlich derjenigen mit Schutzkontakt für Nullung, Erdung und Schutzschaltung. Angebahnt wird eine Vereinheitlichung auch für Steckvorrichtungen großer Stromstärken. — Recht verdienstvoll ist die durch den VDE herbeigeführte Klärung auf dem Schaltergebiet durch Normung der Schaltungen und der Befestigungslöcher (auch für kleine Steckdosen). So wurde auf der ganzen Linie durch Gemeinschaftsarbeiten innerhalb und außerhalb des VDE gründliche Ordnung geschaffen.

Die Industrie stellte sich zudem noch selbst neue schwierige Aufgaben — so die Entwicklung der Installationsselbstschalter und die überlastungsträgen Schmelzsicherungen, und bereicherte das Schaltergebiet durch Kipp- und Druckschalter; dazu durch Heiz- und Herdschalter und die nicht minder wichtigen kleinen Einbauschalter. Diese Arbeiten fanden dann wertvolle Ergänzungen durch die kleinen neuzeitlichen Installationsschaltgeräte wie IS-Schaltersockel-Tarifwächter und Trennschutzschalter und durch die Verbesserung der Hebelschalter.

Von größter Bedeutung wurde bei allen Fortschrittsarbeiten neben neuartigen Fabrikationverfahren die erfreulich zunehmende Verbesserung der keramischen und nicht keramischen Isolierstoffe. Sie ermöglichten durch ihre große Lehrenhaltigkeit recht schwierige Konstruktionen. Die Fortschritte der Isolierstofftechnik führten zu weiterer Bevorzugung der Isolierung an Stelle der Erdung. Isolierstoffverbesserungen müssen aber trotz alledem weiter ernsthaft gepflegt werden.

Die Forderungen der KPJ- und der Errichtungsvorschriften, für deren Einhaltung sehr erheblich auch die seit 1920 bestehende VDE-Prüfstelle sorgt, sind im wesentlichen die folgenden:

Erhöhung der Lebensdauer der Apparate, deren größere Betriebs- und Feuersicherheit und ganz besonders die Verbesserung der Maßnahmen zum Schutz von Mensch und Tier gegen tödlich oder auch nur unangenehm wirkenden Übertritt von Strom auf deren Körper; dies durch Vergrößerung der Kriech- und Luftstrecken und durch Prüfung auf Isolation im feuchten Zustande bei wenigstens 1500 V, dazu die Verstärkung der Abdeckungen und Verbesserungen ihrer Befestigungsart, und schließlich besondere Berührungschutzeinrichtungen für Apparate mit betriebsweise auszuwechselnden Organen, dazu Verwendung von Kleinspannung, Nullung, Erdung und Schutzschaltung, soweit noch Metall als Umhüllung unerläßlich ist.

Das Erreichte ist sicher, wie die neuzeitlichen Erzeugnisse beweisen, recht zufriedenstellend und bietet nach Ansicht des Vortragenden Aussicht, daß nun für absehbare Zeiten grundsätzlich größere Änderungen wahrscheinlich nicht erforderlich sind.

An der Besprechung des Vortrags beteiligten sich im wesentlichen zustimmend die Herren Passavant, Lux und Höchtl, letzterer vom El. Verein München, und zwar insbesondere durch weitere Betonung der Isolierung an Stelle der Erdung. — Herr Hermanni erwähnt in einer nachträglichen Zuschrift, daß sich die vom VDE geleistete Arbeit auf diesem Gebiet auch wirtschaftlich gut auswirken werde, insbesondere durch bessere Material-Ausnutzung und -Ersparnis. *Sb.*

[1]) Auszug aus einem Lichtbilder-Vortrag von Obering. W. Klement im Elektrotechnischen Verein (Fachgruppe für Installationstechnik) am 16. Oktober 1934 in Berlin.

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrolytische Zersetzung von Gleichstrom-Bahnspeisekabeln. — Anfressungen und Zerstörungen von Kabelbleimänteln, insbesondere bei Kabeln für Gleichstrom-Bahnbetriebe sind Erscheinungen, die dauernd beobachtet werden können. Es werden hierdurch nicht nur unliebsame Betriebstörungen verursacht, sondern es gehen auch große volkswirtschaftliche Werte durch die Korrosion der im Erdreich liegenden Leitungen verloren[1]). Welche Folgen darüber hinaus noch eintreten können, und wie man solchen Schäden vorbeugen kann, wird in einem Aufsatz des unten angegebenen Verfassers behandelt. Die vorstehende Abb. 5 zeigt in schematischer Darstellung die Schaltung einer Apparatur, mit deren Hilfe eine einwandfreie Bekämpfung der Korrosion und auch die rechtzeitige Abschaltung eines gefährdeten Kabels erreicht wird. W. Wegener hat zur Klärung dieser Verhältnisse umfangreiche Versuche angestellt und kommt u. a. zu dem Ergebnis, daß außer der Verwendung der in Abb. 5 dargestellten Apparatur die Bleimäntel der neu zur Verlegung kommenden Gleichstrom-Bahnspeisekabel mit einer wasser- und säurebeständigen bituminösen Isoliermasse umgeben sein müssen, um der elektrolytischen Korrosion energisch zu begegnen. (W. Wegener, Korrosion u. Metallschutz Bd. 10, S. 205.) *Sb.*

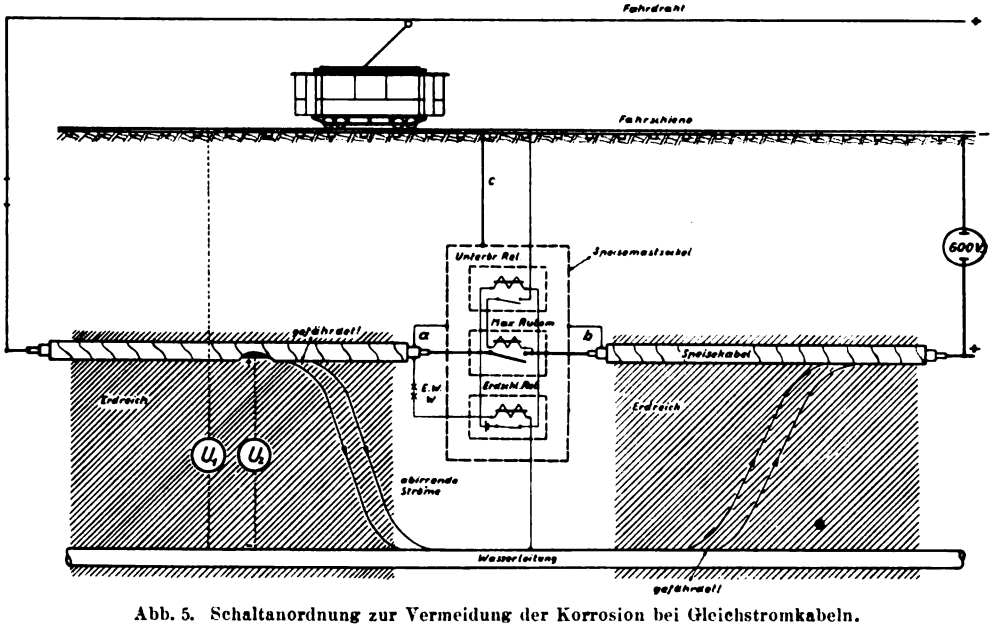


Abb. 5. Schaltanordnung zur Vermeidung der Korrosion bei Gleichstromkabeln.

Rohrförmiger Isolator für Luftleitungen bei Triebwagen. — Bei der Betätigung von Stromabnehmern durch Druckluft sind Isolatoren notwendig, die die

[1]) Siehe a. S. 100 d. Heftes.

Digitized by Google

Spannungsdifferenz zwischen Stromabnehmer (Fahrdrahtspannung) und Luftleitung (Erde) aufnehmen. Die Westinghouse Company hat einen rohrförmigen Isolator aus Porzellan entwickelt, der zwischen Rohrleitung und Luftdruckzylinder eingeschaltet wird. Bei einer Betriebsspannung von 11 kV hat er im trockenen Zustande eine Überschlagspannung von 125 kV, im nassen eine solche von 85 kV. (Rly. Age Bd. 96, S. 991.) *Hs.*

Elektrisierung der Schweizerischen Bundesbahnen. — Als das I. Elektrisierungsprogramm der Schweizerischen Bundesbahnen im Ausmaße von 1666 Bahnkilometer beendet war, genehmigte der Verwaltungsrat, gestützt auf die guten Erfahrungen mit dem elektrischen Bahnbetrieb ein II. Programm, umfassend 14 weitere Bahnstrecken mit zusammen 504 Bahnkm. Bei der in der Folge eingetretenen ungünstigen Finanzlage der Schweizerischen Bundesbahnen mußte man sich fragen, ob solche Investitionen, auch wenn sie sich verzinsen und tilgen lassen, angezeigt seien. Nachdem aber auf Grund der vorgenommenen Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu erwarten war, daß das für die Fortsetzung der Elektrisierung im vorgesehenen Umfange notwendige Kapital einen wenn auch bescheidenen Reingewinn abwerfen werde, nachdem ferner im Lande das dringende Bedürfnis nach Arbeit bestand und das Schicksal der Bundesbahnen mit der Wirtschaft aufs engste verknüpft ist, bewilligte der Verwaltungsrat, trotz der Krise, im Mai 1933 Kredite im Gesamtbetrage von 11,8 Mill RM[1]) für die Elektrisierung der Linien Biel—La Chaux-de-Fonds, Bern—Luzern und Rorschach—Buchs. Die Eröffnung des elektrischen Betriebes auf den beiden erstgenannten Linien war auf den 1. X. 1934 und auf der letztgenannten auf den 15. V. 1935 vorgesehen. Da aber infolge Rückganges des Verkehrs elektrische Lokomotiven frei wurden, sind die Arbeiten so beschleunigt worden, daß der durchgehende elektrische Betrieb auf der Linie Biel—La Chaux-de-Fonds bereits am 15. VII. 1934, auf Bern—Luzern am 15. VIII. 1934 und auf Rorschach—Buchs am 21. IX. 1934 eröffnet werden konnte.

Zu den einzelnen Linien ist, in Ergänzung der in der ETZ 1934, H. 39, S. 960, enthaltenen kurzen Mitteilung noch folgendes zu bemerken:

1. Bern—Luzern.

Die Linie Bern—Luzern hat eine Gesamtlänge von 96 km, wovon 12 km (Bern—Gümligen und Fluhmühle—Luzern) bereits elektrisiert waren. Es kamen somit für die elektrische Ausrüstung noch 84 Bahnkilometer in Betracht, bei einer Gleislänge von 113 km.

Die Fahrleitung dieser Linie wird für sich getrennt vom Unterwerk Burgdorf, mittels einer doppelten Speiseleitung von Burgdorf nach Langnau und vom Unterwerk Emmenbrücke aus gespeist. Die Speiseleitung ist anläßlich des Umbaues der Fahrleitungsanlage der Emmentalbahn von Drehstrom auf Einphasen-Wechselstrom unter Benutzung der Fahrleitungsmasten schon früher erstellt worden. Der Spannungsabfall in der 20 km langen Speiseleitung Burgdorf—Langnau wird durch eine selbsttätige Spannungsregelung im Unterwerk Burgdorf ausgeglichen. Diese Lösung ist wirtschaftlicher als die Verwendung einer höheren Spannung und deren Herabsetzung in einer Transformatorenstation in Langnau. Eine Hilfsleitung ist auf der eingleisigen Linie Bern—Langnau nur vom Unterwerk Emmenbrücke bis Wolhusen und von Langnau bis Worb erstellt worden; auf der 37 km langen Zwischenstrecke Langnau—Wolhusen konnte sie wegen der beidseitigen Speisungsmöglichkeit entbehrt werden.

2. Biel—La Chaux-de-Fonds.

Die Linie Biel—La Chaux-de-Fonds weist eine Baulänge von 44 km und eine Gleislänge von 54 km auf. Ihre Fahrleitung wird vom Unterwerk Biel aus gespeist. Da die Möglichkeit besteht, diese Fahrleitung auch über diejenige der Linie Neuchâtel—La Chaux-de-Fonds zu speisen, so konnte von der Aufstellung einer Hilfsleitung neben der eigentlichen Fahrleitung Abstand genommen werden.

3. Rorschach—Buchs.

Die Linie Rorschach—Buchs hat eine Länge von 49 km und weist eine Gleislänge von 82 km auf. Die Fahrleitung dieser Linie wird vom Unterwerk Sargans einerseits über die Fahrleitung der Strecke Sargans—Buchs und anderseits mittels einer 33 kV-Leitung Sargans—St. Margrethen unter Benutzung des Gleises als Rückleitung gespeist. Diese Übertragungsleitung besteht aus einem einzigen Kupferleiter. Für die Aufrechterhaltung des elektrischen Betriebes im Falle einer Störung auf der 33 kV-Übertragungsleitung wurde die vorhandene Hilfsleitung Sargans—Sewelen beibehalten und bis Buchs verlängert. Auf der eingleisigen Strecke Buchs—St. Margrethen konnte von einer Hilfsleitung abgesehen werden. Im Unterwerk Sargans wurde ein weiterer Transformator für die Herabsetzung der Spannung von 66 kV auf 33 und 16 kV aufgestellt und die Schaltanlage für die 33 kV-Übertragung ergänzt. In St. Margrethen ist eine Transformatorenstation mit einem einzigen Transformator von 4000 kVA zur Herabsetzung der Spannung von 33 kV auf 16 kV erstellt worden.

Die Fahrleitungen sind bei allen Elektrisierungen auf verzinkte Tragwerke unter Verwendung der Doppelisolation montiert; in den Kurven kam durchweg die windschiefe Aufhängung des Fahrdrahtes zur Ausführung. An bestehenden Anlagen war verhältnismäßig wenig zu ändern. Die Lichtleitungen der Stationen, die Schwachstromleitungen der Bahn sowie der Telegraphen- und Telephonverwaltung wurden durchweg gekabelt.

Mit der Elektrisierung dieser 3 Linien umfaßt das elektrisch betriebene Netz der Schweizerischen Bundesbahnen nunmehr 2070 km oder 69 % des gesamten Netzes entsprechend nahezu 90 % des Verkehrs. Im Jahre 1935 sollen noch die Strecken Bellinzona—Locarno und Gossau—Sulgen mit der elektrischen Fahrleitung ausgerüstet werden; der Verwaltungsrat hat hierfür bereits Kredite im Gesamtbetrage von 2 Mill RM bewilligt. Zur Erörterung stehen ferner die Elektrisierungen der Strecke Sonceboz—Moutier und der Brüniglinie (Luzern—Interlaken), die aber wegen mangelnder Wirtschaftlichkeit nur als Notstandsarbeiten mit namhaften Beiträgen des Bundes zur Ausführung gelangen können. *Egb.*

[1]) 1 RM = 1,25 Schweiz. Fr.

Bergbau und Hütte.

Über den Ajax-Induktionsofen-Bau. — Das Marineamt der V. S. Amerika in Washington ist im Begriff, eine 300 kW-Ajax-Northrup-Schmelzanlage aufzustellen, die für die Erzeugung von legiertem Stahlguß bestimmt ist. Im ganzen werden 4 Öfen für wechselseitigen Betrieb angeschafft, und zwar 2 für 1000 kg, 1 für 115 kg und 1 für 45 kg Inhalt. Diese neue Anlage wird die Ofenleistung aller in den V. S. Amerika vorhandenen Ajax-Northrup-Öfen auf über 14 000 kW erhöhen bei einer Gesamtleistung in der Welt von 43 000 kW. Seit Anfang 1927 ist eine starke Zunahme zu verzeichnen (Abb. 6). Die

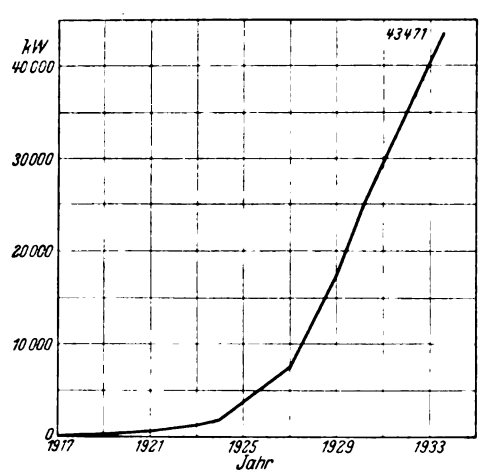


Abb. 6. Gesamtleistung der Ajax-Northrup-Induktionsöfen in der Welt.

größte Schmelzanlage dieser Art in den V. S. Amerika hat einen Inhalt von 4 t; Öfen ähnlicher Größe sind in England, Schweden und Deutschland im Gebrauch. In England und Schweden ist je ein 5 t-Ofen zum Feinen vorhanden, während außerdem ein 7 ··· 8 t-Ofen, ebenfalls für Feinerungszwecke, in Schweden in Aussicht genommen ist. Japan verfügt über 13 Anlagen mit Öfen von 45 ··· 900 kg Inhalt und einer Gesamtleistung von 2851 kW. In den wichtigsten Industrieländern gibt es folgende Ajax-Northrup-Anlagen: In den V. S. Amerika 47, in Deutschland 27, in England 24, in Rußland 23, in Frankreich 14, in Japan 13, in Schweden 5, in Österreich 3, in Kanada, Dänemark, Polen und Spanien je 2, in Belgien, Ungarn, Italien und in der Schweiz je 1. Dazu kommen noch Hunderte von Ajax-Northrup-Laboratoriumsöfen von den kleinsten Abmessungen bis zu 13,5 kg Inhalt. (Nach einer Mitt. d. Ajax-Elektrothermic Corporation vom 15. VI. 34.) *Kp.*

Digitized by Google

Zusammenarbeiten von Kupolofen und elektrischem Ofen in der Tempergießerei. — In V. S. Amerika verwendet man zum größten Teil den Flammofen zum Schmelzen von Eisen in der Tempergießerei. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß es lange dauert. Im Interesse der Beschleunigung bei gleichzeitiger wirtschaftlichen Gestaltung des Betriebes ist nun eine große Gießerei dazu übergegangen, die Einsätze im Kupolofen niederzuschmelzen und das flüssige Kupolofeneisen im elektrischen Lichtbogenofen zu überhitzen. Dabei hat man dafür Sorge getragen, daß eine große, ununterbrochene Tageserzeugung gesichert wird. Vorhanden sind 4 Kupolöfen, von denen 2 abwechselnd in Betrieb sind, und 2 elektrische Öfen. Die Stundenleistung der Kupolöfen ist 28 t, während das Eisen im elektrischen Ofen etwa 3 min verbleibt mit dem Ergebnis, daß im Durchschnitt 25 t/h aus dem elektrischen Ofen abgestochen werden können. Die Zusammensetzung des Eisens wird so geregelt, daß der Einsatz für den Kupolofen enthält 1,70 % Kohlenstoff, 1,60 % Silizium, 0,60 % Mangan, 0,06 % Phosphor, 0,090 % Schwefel, das erzeugte Kupolofeneisen 2,70 % Kohlenstoff, 1,15 % Silizium, 0,40 % Mangan, 0,060 % Phosphor, 0,140 % Schwefel, während das Eisen aus dem elektrischen Ofen sich vom Kupolofeneisen nur durch einen etwas niedrigeren Siliziumgehalt unterscheidet. Damit das Eisen im Kupolofen nicht allzuviel Schwefel aufnimmt, wird 1,8 kg Sodaasche je t Eisen zugegeben. Als Strom für die elektrischen Öfen dient Dreiphasenstrom von 60 Hz. Jeder Ofen ist mit einem Umformer von 3000 kVA bzw. 3450 kVA ausgerüstet. Der Boden dieser Öfen besteht aus 2 Lagen Schamottesteinen mit Ganister, die Seitenwände aus Silikasteinen, ebenso der Deckel. Die Lebensdauer des Bodens ist fast unbegrenzt, da er nur ausgebessert zu werden braucht, die der Seitenwände beträgt 4000 t und die des Deckels 3000 t Ausbringen aus dem Ofen. Der Stromverbrauch schwankt zwischen 48 und 55 kWh/t, je nach der Erzeugungsmenge; bei einer großen Erzeugung ist er niedriger als bei einer kleinen Erzeugungsmenge. Im Interesse eines möglichst geringen Stromverbrauches liegt es dann, wenn das Kupolofeneisen so heiß wie möglich ist, damit der Überhitzungsbereich im elektrischen Ofen enger wird. Wichtig ist daher die Wahl eines guten Kokses, auch wenn er verhältnismäßig teuer ist, damit schon im Kupolofen eine möglichst hohe Temperatur erreicht wird. Ein teurer Koks mit hochwertigen Verbrennungseigenschaften ist billiger als ein Koks, der niedriger im Preise steht, und der ein kälteres Eisen und damit einen höheren Kraftaufwand im elektrischen Ofen für die Erzielung einer Überhitzungstemperatur von 1620 ··· 1650 ° bewirkt. Die Überhitzung im elektrischen Ofen hat außer einer Güteverbesserung des Eisens zur Folge, daß die spätere Glüharbeit im Temperofen verkürzt werden kann. Das Arbeiten mit 2 elektrischen Öfen hat den Vorteil, daß, während in einem Ofen das Eisen überhitzt wird, der andere Ofen beschickt werden kann, so daß ununterbrochen gearbeitet wird. Zu jedem flüssigen Einsatz wird auch ein Anteil von 110 kg kaltem Stahlschrott auf 3 t Eisen zugegeben, dessen Zweck ist, zusammen mit der Überhitzung, den Kohlenstoff in Lösung zu bringen. An Proben aus dem elektrischen Ofen kann man auch feststellen, daß Primärgraphit nicht vorhanden ist. Daher ist es zweckmäßig, die Ofentür offen zu lassen, da eine oxydierende Atmosphäre die Löslichkeit des Kohlenstoffs im Eisen fördert. Der Wärmeschutz für den elektrischen Ofen erscheint deshalb nicht angebracht, weil hierdurch die Temperatur der Silikasteine zu hoch und ihr Abschmelzen erfolgen würde.

Der durchschnittliche Verbrauch von 50 kWh/t entfällt zum größten Teil auf das Überhitzen, zum kleineren Teil auf das Einschmelzen des Stahlschrotts, auf elektrische Verluste, auf Verluste durch Strahlung, Konvektion. Der Elektrodenabbrand erreicht 1,35 ··· 1,80 kg/t Eisen bei einer Stundenleistung des elektrischen Ofens von 25 t und hängt vom kWh-Verbrauch ab. Die Stromdichte übt dabei einen entscheidenden Einfluß aus, indem hohe Stromdichten einen hohen Elektrodenabbrand verursachen. (Foundry, Cleveland, Bd. 62, S. 25 u. 46.) *Kp.*

Fernmeldetechnik.

Schutzwirkung des Kabelmantels von Fernmeldekabeln gegen Starkstrombeeinflussung. — Durch Verkablung von Fernmeldeleitungen läßt sich die Wirkung des elektrischen Feldes von Starkstromleitungen vollständig aufheben, die des magnetischen nur zum Teil. Die Senkung der induzierten Spannung hängt vom Widerstand des Mantels und vom Aufbau der Bewehrung ab (s. z. B. ETZ 1924, S. 422). Sie kann, wie eine amerikanische Untersuchung zeigt, auch bei technischen Frequenzen sehr weit getrieben werden, allerdings unter erheblichen Kosten. Eine Straße mit einer oberirdischen Fernmeldelinie mußte auf etwa 30 km Länge mit einer Hochspannungs-Doppelleitung überbaut werden. Da die Fernmeldeleitungen an der Straße verbleiben sollten, mußten sie verkabelt werden; mit Rücksicht auf Korrosionen wurde ein Luftkabel gewählt. Die im Regelbetrieb zu erwartende induzierte Spannung von 170 V sollte auf 5 V gesenkt werden, die bei Kurzschluß induzierte Spannung von 18 600 V auf 900 V.

Als Maßnahmen kamen Kupferschutz — um die Leitfähigkeit des Mantels zu steigern — und Bandbewehrung in Frage. Folgende Zahlentafel gibt die Schutzfaktoren bei verschiedenem Aufbau der Kabel:

Nr	Bewehrung	Kupferschutz mm²	Preisverhältnis	Schutzfaktor	
				Regelbetr.	Kurzschluß
1	ohne	ohne	1,00	0,480	0,480
2	ohne	250	1,75	0,075	0,075
3	ohne	500	2,45	0,040	0,040
4	mit	ohne	1,30	0,213	0,091
5	mit	150	1,81	0,048	0,020
6	mit	250	2,04	0,031	0,013
7	mit	500	2,72	0,017	0,007

Zur Ausführung wird das Kabel 6 empfohlen, das außer dem Kupferschutz als Bewehrung zwei Eisenbänder von je 1 mm Dicke hat und etwa doppelt so viel kostet wie das gewöhnliche Kabel; der Gesamt-Kupferquerschnitt der Betriebsadern ist etwa 200 mm². Durch die Bewehrung werden besonders die bei Kurzschluß induzierten Spannungen stark gesenkt, worin der wesentliche Vorteil gegenüber dem Kabel 3 liegt (240 V gegen 740 V). Bei dem niedrigen Widerstand des Mantels müssen auch die Erdungen gut sein; die Vielfacherdung durch die Starkstrommasten wird als ausreichend angesehen, auch um bei Bruch eines Phasenleiters und Berührung mit dem Kabel die Spannung des Mantels so niedrig zu halten, daß es nicht zum Durchschlag vom Mantel nach den Adern kommt. Die Durchschlagfestigkeit hierfür ist, in Übereinstimmung mit der erwarteten Spannung, 3500 V.

Die hier für notwendig erachteten Aufwendungen werden wohl nur unter ganz besonderen Bedingungen wirtschaftlich zu verantworten sein, wenn ein Ausweichen nicht möglich ist und auch die Betriebsweise der Leitungen höheren induzierten Spannungen (im Regelbetrieb) nicht angepaßt werden kann. Für höhere Frequenzen läßt sich eine wirksame Senkung mit wesentlich kleinerem Aufwand erreichen. (C. L. Gilkeson u. A. J. Hanks, Electr. Engng. Bd. 53, S. 890.) *Kl.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Zur Berechnung von Schaltvorgängen mit nicht konstanter Induktivität. — Ist die Induktivität in einem Stromkreis nicht konstant, sondern von der Lage eines beweglichen Teils abhängig (Relais, Elektromagnet), so tritt zu der klassischen Differentialgleichung des Schaltvorganges eine weitere nichtlineare Differentialgleichung zweiter Ordnung, die Bewegungsgleichung, hinzu. Für den einfachen Fall der Abschaltung eines Gleichstromkreises sind Vereinfachungen möglich, und die Lösung kann für jeden beliebigen Stromkreis durch eine Kurvenschar dargestellt werden. In erster Annäherung hat man für die Abschaltdauer (Bewegungsdauer) $\tau = \sqrt[3]{\frac{3x}{(p-x)N}}$, wobei x den Weg des beweglichen Teils, $p = l$ = Kraftlinienlänge in der Luft in offener Lage, und $N = f\,T^2/(p-x)\,m$ mit f = Gegenkraft in Dyn, T = Zeitkonstante in geschlossener Lage, m = Masse (g) des beweglichen Teils bedeuten. Für schwierigere Fälle (Einschaltung mit oder ohne einen festen Anteil der Stromkreisinduktivität) ist eine Verallgemeinerung der Lösung nicht möglich; die Lösung kann in jedem numerisch gegebenen Falle mit Hilfe von Reihenentwicklungen und einfacher Rekursionsformeln für die Koeffizienten dieser Reihen durchgeführt werden. Eine zeichnerische Integration, die mit Hilfe von Krümmungshalbmessern der Strom- und Bewegungskurve leicht durchgeführt werden kann, kann dort, wo die Konvergenz der Reihen ungenügend erscheint, die rein rechnerische Lösung der Aufgabe ergänzen. (J. Hak, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 10, S. 664.)

Digitized by Google

Hochspannungstechnik.

Über Gleitentladungen bei Wechselspannungen (Kreisfunken). — Im Anschluß an die vorausgehende theoretische Arbeit von Toepler wurden Versuche über die Ausbildung von Kreisfunken bei Wechselspannung von 50 Hz an einer Gleitanordnung mit Glasplatten verschiedener Stärke ausgeführt. Die Einschaltgeschwindigkeit betrug etwa 0,5 s. Die Höchstspannung lag durchschnittlich 0,5 ··· 1 s am Gleitpol, worauf die Spannung augenblicklich abgeschaltet wurde. Blieb die Spannung unterhalb der Durchbruchspannung, so ergab sich entsprechend der Theorie eine noch wenig hervortretende Kernfigur C_p mit ausgedehnter positiver Umrandung l_p (vgl. Abb. 7). Die Kernfigur war, wie nach der Theorie

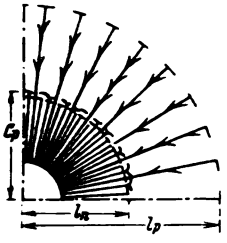


Abb. 7. Angelegte Spannung unter der Durchbruchspannung.

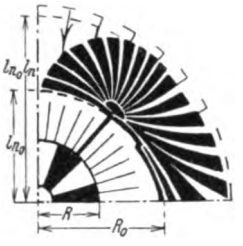


Abb. 8. Angelegte Spannung über der Durchbruchspannung.

zu erwarten, etwas größer als die Länge l_n der negativen Leuchtfäden. Die negativen Rückspuren waren bei kleinen Feldstärken kaum ausgebildet, erschienen jedoch bei höheren Feldstärken als in Sektoren aufgeteilte Kreisfläche vom Radius R (vgl. Abb. 7 u. 8). Die Größe der Kapazität je Oberflächeneinheit wurde wie beim einmaligen Stoß ohne Einfluß auf die Ausdehnung der Polbüschel gefunden. Sobald die angelegte Spannung den Wert der Durchbruchspannung überschritt, lagerte sich über den positiven äußeren Ring ein meist sehr gut entwickelter negativer Kreisfunken, der oft gute Ruckstufenbildung zeigte (Abb. 8). Die Länge des Durchbruchkanals l_{n_0} war meist nahezu gleich l_n. Der mittlere Wert von R war bei langsamer Spannungsteigerung (1 ··· 2 s) bis zu $^5/_4\, l_{n_0}$, bei rascherer nur wenig größer als l_{n_0}. Die größte radiale Ausdehnung des negativen Gleitbüschels $l_{n_0} l_n$ lag manchmal etwas über, manchmal etwas unter der Länge l_p der positiven Leuchtfäden. — Das Einsetzen von positivem Gleiten war immer an höhere Feldstärken geknüpft. Der positive Funkenkanal verlief mehr oder weniger geruckt nach dem Rande der Entladungsfigur. Die einzelnen Ruckstufen, an denen die Gleitspur merklich von der radialen Richtung abwich, bildeten Ansatzstellen von sehr verzweigten Entladungsbahnen, die Funkenbüscheln entsprechen. Die Funkenkanäle zeigten nur selten die Neigung zur peripheren Ausbildung um die positiv umrandete Innenfigur herum, also zu einer Art positiver Kreisfunken. Die Durchbruchspannung U_0 wurde in Abhängigkeit von der Plattenstärke a und von der Dauer des Spannungsanstieges bis zum Erreichen des Höchstwertes beobachtet. Es ergab sich, daß das Toeplersche Gesetz $U_0 = 42\sqrt{a}$ auch für Wechselspannungen innerhalb der bei den Versuchen gewählten Anstiegzeiten von etwa 1 s Geltung hat. Die Plattenstärken lagen zwischen 0,06 und 0,8 cm. Bei langsamerer Spannungsteigerung zwischen 4 und 12 s machte sich bei diesen Messungen bereits der Einfluß von Erwärmung und Ladungshysterese geltend. (W. Jacobi, Z. techn. Physik Bd. 14, S. 530.) *O. N.*

Die Spaltfunkenstrecke als Schalter. — Die Spaltfunkenstrecke ist eine Dreielektroden-Funkenstrecke. Zwei Elektroden bestehen aus Kugelsegmenten, die so angeordnet sind, daß ihre Kugelflächen auf einer gemeinsamen Kugelfläche liegen und sich an einer Stelle bis auf einen kleinen Spalt nähern. Diesem Spalt liegt die dritte Elektrode, eine Vollkugelelektrode, gegenüber (Abb. 9). Mit einer derartigen Funkenstrecke ist es möglich, durch das Übergehen eines Funkens zwischen den beiden Spaltelektroden, die Hauptentladung zu zünden, die zwischen einer der beiden Spaltelektroden und der Vollelektrode übergeht. Es wird die Eignung der Spaltfunkenstrecke als Schaltorgan untersucht. Zu diesem Zwecke wird der Entladeverzug einer Spaltfunkenstrecke mit dem Zeittransformator abhängig von der Polarität, der Steilheit der auf die Spaltelektroden auftreffenden Welle und der Energie des Spaltfunkens gemessen. Auch Bestrahlungs- und Materialeinflüsse werden für verschiedene Formen der Spaltelektroden festgestellt. Der gesamte Entladeverzug der Spaltfunkenstrecke läßt sich in drei Unterzeitabschnitte einteilen: 1. in eine Verzögerungszeit τ_1, die dadurch zustande kommt, daß zunächst die statische Durchbruchspannung an den Spaltelektroden erreicht werden muß: sie ist lediglich abhängig von der Steilheit der auftreffenden Welle. 2. in eine Verzögerungszeit τ_2, die dadurch zustande kommt, daß eine gewisse Zeit nach dem Erreichen der statischen Durchbruchspannung an den Spaltelektroden verstreicht, bis sich die Funkenentladung im Spalt ausbildet. Diese Zeit ist statistisch bedingt. Sie läßt sich etwa auf 10^{-7} s herabdrücken, wenn das Feld im Spalt annähernd homogen ausgestaltet und starke Bestrahlung durch Quecksilberdampflampen angewandt wird. 3. in die Aufbauzeit τ_3 der Hauptentladung; sie läßt sich bei Anwendung starker Bestrahlung durch Quecksilberdampflampen auf einige 10^{-8} s herabdrücken. (R. Strigel, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 9, S. 586.)

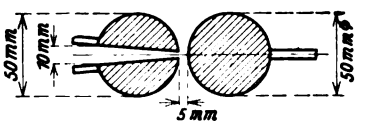


Abb. 9. Spaltfunkenstrecke.

Das Hochspannungs- und Hochleistungsprüffeld der ASEA. — Die ASEA verfügt nunmehr ebenfalls über ein groß angelegtes Hochspannungs- und Hochleistungsprüffeld. Es ist in einer Halle von 50 m Länge, 25 m Breite und 14 bzw. 20 m Höhe (Tonnendach) untergebracht, an dessen einer Längsseite sich ein 6 m breiter Anbau geringerer Höhe und an der anderen ein 12 · 14 m großer Versuchstand für die Kurzschlußversuche befindet. In der großen Halle steht der Hochleistungs-Drehstromerzeuger der Kurzschlußversuchsanlage mit seinem Antriebsmotor und Erregersatz, sechs dazu gehörige Einphasenumspanner mit ihrer Umschalteinrichtung, eine Stoßanlage für 2000 kV mit der Erregeranlage, ein Einphasenumspanner für 50 Hz und 1000 kV sowie eine Meßfunkenstrecke mit Kugeln von 150 cm Dmr. und sonstige zu Betätigungs- und Meßzwecken dienende Einrichtungen. In dem niedrigen Anbau sind ein kleineres Prüffeld für Versuche bis zu 300 kV Wechselspannung sowie Büroräume untergebracht.

Der Hochleistungs-Stromerzeuger hat die Größe einer 80 MVA-Maschine und macht 1500 U/min. Die Kurzschlußleitung beträgt 850 MVA. Die Ständerwicklungen sind unterteilt, so daß Spannungen von 3,75 ··· 6, 5 ··· 7,5 und 13 kV möglich sind. Das GD^2 des Läufers (Länge 3800 mm, Durchmesser 1550 mm, Umfangsgeschwindigkeit 122 m/s, Gewicht rd. 66 t) beträgt 80 000 kgm². Der Ständer wiegt rd. 100 t. Es sind 6 Einphasenumspanner von je 33 MVA Leistung mit umschaltbaren Wicklungen vorhanden, und zwar ein dreiphasiger Satz für 33,66 und 132 kV Oberspannung sowie ein zweiter Satz mit 22,44 und 88 kV. Durch entsprechende Schaltung beider Umspannersätze lassen sich Kurzschlußprüfungen auch mit folgenden Spannungen ausführen: 55, 77, 110, 121, 154, 176 und 220 kV. Der Erregersatz macht 428 U/min, hat eine Dauerleistung von 3 MW bei 1000 V und kann vorübergehend 10 ··· 15 MW abgeben. Sein GD^2 einschließlich Antriebsmotor und Schwungrad beträgt 90 000 kgm².

Für Hochstromversuche ist ferner ein Satz aus drei Einphasenumspannern von je 3 MVA Leistung bei 300 bzw. 150 V Nennspannung und 10 bzw. 20 kA Nennstrom vorhanden. Bei der Kurzschlußspannung von 2,4 % ergeben sich theoretisch Kurzschlußströme von 415 bzw. 830 kA. Der Umspanner für 1000 kV Wechselspannung hat eine Leistung von 10 MVA (also 10 A bei 1000 kV!). Er wiegt 80 t einschließlich Öl, hat eine Höhe von etwa 10 m und eine ölgefüllte Porzellandurchführung.

Die Gleichstromstoßanlage für 2000 kV nach der Marxschen Schaltung besteht aus 16 Hartpapierkondensatoren von je 0,037 µF Kapazität, was einer gesamt wirksamen Kapazität von 0,0023 µF = 2000 cm bei der höchsten Spannung entspricht. Die Kondensatoren sind in einem Isoliergerüst übereinander angeordnet. Die Erregeranlage besteht aus einem Einphasenumspanner mit 125 kV Oberspannung und zwei Glühventilen für je 300 kV Sperrspannung. Die Anlage hat 8 Stufen, in denen je zwei Kondensatoren in Reihe geschaltet sind und mit 300 kV Gleichspannung aufgeladen werden. Die theoretische Höchstspannung der Stoßanlage ist 2400 kV Scheitelwert.

Außer Schleifenoszillographen für das Hochleistungsprüffeld ist im Hochspannungsprüffeld ein Kathodenstrahl-Oszillograph Bauart Norinder vorhanden. Die übrigen Meß-, Betätigungs- und Regeleinrichtungen sind ähnlich wie in anderen Laboratorien derselben Art. (R. Kempe, Aseas Tidn. Bd. 26, S. 82.) *Gd.*

Digitized by Google

Chemie.

Akkumulator mit negativer Zinnplatte. — In Frankreich hat C. Féry einen Zinn-Trocken-Akkumulator gebaut. Er geht davon aus, daß für kleine Zellen, zum Beispiel für Spannungsbatterien, die heutigen normalen Bleiakkumulatoren Nachteile haben, und zwar in bezug auf Selbstentladung. Er setzt dieselbe Theorie voraus, die er auch von einer anderen Konstruktion bei Bleiakkumulatoren als richtig annimmt und die zu Einzelunterbringung der Platten in Kammern im Element und dadurch Trennung der entstehenden Gase führte. Der Kapazitätsnachlaß soll hierdurch zurückgehalten werden[1]). Die Verwendung von Zinn als Negative an sich ist bekannt. Es hat jedoch dieselben Nachteile wie Lösungselektroden überhaupt in Akkumulatoren, da die Wiederabscheidung des gelösten Zinns schwierig ist. Féry will es vermeiden durch Ausfüllung des Raumes zwischen den Platten mit einem gekörnten porösen Material (Silikagel) und glaubt, daß bei einer solchen feinen Verteilung des Elektrolytraumes die Abscheidungsbedingungen günstigere sind. Gleichzeitig soll hierdurch die Krümmung der Positiven vermieden werden und das Abfallen der Masse.

Die EMK der Zelle ist 1,9 V (Bleiakkumulator 2 V). Das Gewicht ist angeblich geringer als beim Bleiakkumulator und die Zelle für den Transport geeigneter, da die freie Säure durch das Silikagel gebunden ist. Vorgeführt wurde eine kleine Zelle in Taschenlampenformat von rd. 2 Ah. Die Zelle hatte im geladenen Zustand 6 Monate gestanden und war noch fähig, eine 2 V-Lampe zu betreiben. Es werden ferner die Daten für eine größere Zelle angegeben, die bei 945 g Gewicht 12 Ah bei 0,2 A Entladung geben soll.

Anmerk. d. Berichters: Die Versuche von Féry, Akkumulatorenzellen mit geringerer Selbstentladung zu bauen, waren bisher nicht sehr erfolgreich. Die erwähnte Konstruktion, bei der die Platten mit Gaskammern versehen sind, um so die Selbstentladung zu vermeiden, hat nicht viel Anhänger gefunden und wird von den Fachleuten sehr kritisch beurteilt. Es ist nun auch vorläufig zu bezweifeln, daß Zinn die gewünschten Eigenschaften hat. Vergleichsversuche mit guten anderen Bleiakkumulatorenkonstruktionen sind nicht bekanntgeworden. Es ist zunächst nicht anzunehmen, daß mit einer Zinnelektrode bessere Ergebnisse erzielt werden, zumal die Versuche mit Lösungselektroden, beispielsweise auch mit Zink, bisher immer schlechtere Ergebnisse als mit der Standardkonstruktion, also mit Bleielektroden, gezeigt haben. Bei Verwendung von Zink ist wenigstens ein Spannungsvorteil zu verzeichnen, während hier im Gegenteil die Spannung um $^1/_{10} \cdots {}^2/_{10}$ V geringer ist. Die Verwendung von Silikagel ist schon seit Jahren bekannt, hat aber auch ihre Nachteile, die von Féry jedoch nicht genannt werden.

Der erwähnte Versuch mit einer Taschenlampenzelle besagt nichts, da er keinen Aufschluß gibt über die noch vorhandene Kapazität der Zelle. Es ist mit Bleiakkumulatoren ohne weiteres möglich, nach 6 Monaten noch Kapazität zum Betreiben einer Glühlampe auch bei kleinen Zellen zu haben. Der Hinweis, daß Zellen nach seiner Versuchsform leichter sind als normale Bleizellen, dürfte nicht zutreffen, da bei gleichem Gewicht normale Bleiakkumulatoren dieselbe Kapazität bzw. mehr, je nach Konstruktion, hergeben können. — Es ist nicht anzunehmen, daß der Féryschen Konstruktion eine Bedeutung zukommen wird. (Electrician Bd. 113, S. 189.) *Cl.*

Praktische Überwachung der Verchromungsbäder. — Außer Spannung, Stromstärke und Badtemperatur spielt die Zusammensetzung des Bades, d. h. insbesondere das Verhältnis des Anteiles an Schwefelsäure zu dem an Chromsäure eine Hauptrolle. Dieses Verhältnis kann $^1/_{50} \cdots {}^1/_{200}$ betragen und richtet sich meistens nach den gewählten Arbeitstemperaturen und Stromdichten. Vielfach arbeitet man mit einer Temperatur von 45 ° C und wählt in diesem Fall ein Verhältnis von Schwefelsäure zu Chromsäure von 1 : 100. Es ist nun Aufgabe der Betriebsleitung, für eine möglichst ständige Aufrechterhaltung dieser Badzusammensetzung zu sorgen. Zu diesem Zweck kann das Bad analysiert werden, ein zwar genaues, aber doch umständliches und langes Verfahren. Es wurde nun eine praktische Möglichkeit für die Überwachung der Badzusammensetzung in Vorschlag gebracht, die, wenn auch nicht so genau wie die chemische Analyse, doch in für die Praxis genügendem Maße Aufschluß über diese wichtige Frage erteilen kann. Bei diesem Untersuchungsverfahren bedient man sich eines Messingbleches von 25 mm Breite und 150 mm Länge. Dieses Blech wird rechtwinklig umgebogen, so daß die senkrechte Fläche 100 mm und die waagerechte Fläche 50 mm lang ist. Man bringt nun diese Probe in das Bad, schließt sie an die Leitung an und elektrolysiert bei 40 A 5 min lang. Darauf nimmt man die Probe aus dem Bad, spült sie ab und beobachtet nun die Wirkung der Verchromung. Es können nun verschiedene Erscheinungen auftreten. So kann sich an der Winkelfläche ein großer brauner Fleck befinden, der darauf hinweist, daß im Bad zu wenig Schwefelsäure vorhanden ist. Auch wenn die Probe an sich gut verchromt ist, dagegen an den Kanten und Ecken mit sogenanntem verbranntem Chrom behaftet ist, enthält das Bad zu wenig Schwefelsäure. Zeigt sich an der Winkelfläche ein großer heller Fleck, der nicht verchromt ist und das Grundmetall wie gebeizt erscheinen läßt, so besitzt das Bad zu viel Schwefelsäure. Man braucht dann nur je nach der Größe des Fleckes 10 ··· 50 g Chromsäure einzuführen, damit das Verhältnis wieder richtig wird. Bei einem gut zusammengesetzten Bad ist an der Winkelstelle nur ein kleiner heller Fleck zu sehen. Würde man die Stromdichte auf 45 A erhöhen, so würde auch dieser helle Fleck gleich verschwinden. (Usine 1934, H. 11, S. 27.) *Kp.*

[1]) Deutsche Pat. Anm. Féry, F. 73253/21b.

Verschiedenes.

Anordnung Nr. 21*)

der Überwachungstelle für Kautschuk und Asbest (Verwendung von Kautschukmischungen bei der Herstellung von gummiisolierten Leitungen und Kabeln) vom 23. I. 1935.

Auf Grund der Verordnung über den Warenverkehr vom 4. IX. 1934 (Reichsgesetzbl. I S. 816) in Verbindung mit der Verordnung über die Errichtung von Überwachungstellen vom 4. IX. 1934 (Deutscher Reichsanzeiger Nr. 209 vom 7. IX. 1934) wird mit Zustimmung des Reichswirtschaftsministers angeordnet:

§ 1.

Zur Herstellung von Gummihüllen und Gummimänteln für isolierte Leitungen und Kabel dürfen bis auf weiteres Mischungen mit einem Kautschukgehalt von über 49 Volumenteilen v. H. nicht mehr verwendet werden. Regenerat ist entsprechend seinem Kautschukgehalt einzusetzen.

Ausgenommen von dieser Regelung sind: Aufzugsteuerleitungen, Theaterleitungen und Leitungstrossen, ferner die äußeren Mäntel von Gummischlauchleitungen, soweit deren Aufbau den VDE-Umstellvorschriften VDE 01250/1934 entspricht, und Litzenadern, deren Gummiwanddicke unter 0,5 mm liegt; die hierfür verwendeten Gummimischungen dürfen mit höchstens 59 Volumenteilen v. H. Kautschuk und bei den äußeren Mänteln von Gummischlauchleitungen mit einem Querschnitt über 16 mm² mit höchstens 78 Volumenteilen v. H. angesetzt werden.

Ausgenommen bleiben ferner: Leitungen für Röntgenzwecke, medizinische Apparate, Tauchpumpen, Abteufpumpen und kapazitätsarme Leitungen.

§ 2.

Die Verwendung von Kautschuk ist bei Rohrdrähten und Bleimantelleitungen für die die Adern umschließende Hülle untersagt.

§ 3.

Für die Ausführung isolierter Leitungen gelten die VDE-Umstellungsvorschriften VDE 01250/1934.

Die Leitungen müssen den schwarz-rot-grünen Kennfaden des VDE führen.

§ 4.

Das Herstellungsverbot der §§ 1 und 2 dieser Anordnung gilt nicht für Waren, die nachweislich zur Ausfuhr bestimmt sind.

§ 5.

Bis zum 15. II. 1935 unterliegt die Herstellung der in den §§ 1 und 2 genannten Waren für das Inland insoweit nicht dem Verbot der §§ 1 und 2, als bei Inkrafttreten dieser Anordnung die Adern schon mit der Mischung bedeckt sind und die Herstellung der Waren auf Grund eines Auftrags in Angriff genommen wurde, der nachweislich vor der Inkrafttretung dieser Anordnung erteilt worden ist.

Die Herstellungsbetriebe haben die unter diese Ausnahmebestimmung fallenden Warenmengen bis zum 31. I.

*) Deutscher Reichsanzeiger und Preuß. Staatsanzeiger v. 24. I. 35 Nr. 20. Kp 25. I. 35.

Digitized by Google

1935 der Überwachungstelle für Kautschuk und Asbest zu melden.

§ 6.

Ausnahmen von den Verboten dieser Anordnung können in einzelnen Fällen auf begründeten Antrag von der Überwachungstelle für Kautschuk und Asbest bewilligt werden. Vor Erteilung der Ausnahmebewilligung ist es unzulässig, die vom Verbot der §§ 1 und 2 dieser Anordnung betroffenen Erzeugnisse herzustellen.

§ 7.

Zuwiderhandlungen gegen diese Anordnung fallen unter die Strafvorschriften der §§ 10, 12 ··· 15 der Verordnung über den Warenverkehr vom 4. IX. 1934.

§ 8.

Diese Anordnung tritt am Tage nach ihrer Verkündung in Kraft.

Berlin, den 23. I. 1935.

Der Reichsbeauftragte für Kautschuk und Asbest.

Erich Hammesfahr.

Elektrische Anlage auf dem Cunarddampfer „Queen Mary". — Der neue Dampfer der Cunard-White Star-Linie „Queen Mary", dessen Stapellauf am 26. IX. 1934 stattgefunden hat, erhält eine bemerkenswert umfangreiche elektrische Ausrüstung für Licht, Wärme und Speisung der Schiffshilfsmaschinen. Es sind 7 Turbosätze mit einer Gesamtleistung von 9100 kW vorgesehen, zu denen noch eine Notstation mit 2 Ölmotorensätzen von je 75 kW hinzutritt. Jeder der 1300 kW-Turbosätze besteht aus einer 10stufigen Dampfturbine mit 5000 U/min, die mit Hilfe eines Reduktionsgetriebes eine Gleichstromdynamo für 225 V mit 600 U/min antreibt. Die Maschinensätze können 2 h lang mit 25 % und 5 min lang mit 50 % überlastet werden. 3 Maschinensätze werden allein für den Küchendienst benötigt. Es sind für 3000 Fahrgäste täglich 12 000 Mahlzeiten zu kochen. Die Küchen sind vollelektrisch eingerichtet mit Kühlschränken, Herden, Backöfen und Wassererwärmern. Mehr als 6000 km Kabel und Leitungen sind an Bord des Schiffes verlegt. Das Schiff wird etwa 30 000 Lampen eingebaut erhalten. Für den Bedarf von warmem und kaltem Wasser sorgen 10 elektrisch angetriebene Pumpen, abgesehen von denjenigen, die für das Schwimmbad und die sanitären Einrichtungen benötigt werden. Andere Pumpen sind vorhanden für den hydraulischen Antrieb von 72 Schottverschlüssen. 24 Ladewinden mit elektrischem Antrieb sind vorgesehen. Das Ruder wird elektrohydraulisch bewegt. (Electr. Rev. Bd. 115, S. 444.) *A. St.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Ausstellung deutscher Zeitschriften in Coimbra[1]. — Von der Universitätsbibliothek in Coimbra wird in Gemeinschaft mit dem Deutschen Institut an der Universität und der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft eine Ausstellung von deutschen Zeitschriften veranstaltet. Nach Mitteilung des Direktors der Bibliothek und des Deutschen Instituts, Prof. Dr. Joao da Providencia Costa, ist der Ausstellungsplan von den deutschen Verlagen durch Überlassung von geeignetem Schaumaterial in großzügigster Weise unterstützt worden.

Energiewirtschaft.

Bemühungen zur Ermäßigung von Stromverkaufpreisen in Frankreich. — Das Ministerium für öffentliche Arbeiten bemüht sich seit einiger Zeit, eine Herabsetzung der besonders in kleineren Städten und in der Landwirtschaft unberechtigt hohen Stromverkaufpreise zu bewirken, um dadurch zur Überwindung der wirtschaftlichen Krisis beizutragen. In einem an die Präfekten gerichteten Rundschreiben vom 15. VI. 1934 gab das Ministerium einige Richtlinien an, die künftig für die amtliche Bewilligung der Stromtarife maßgebend sein sollen. So sind z. B. die folgenden Licht- und Kraftstrompreise als ein Maximum, über welches man nur ausnahmsweise gehen kann, anzusehen[1]):

in Ortschaften mit

über 80 000	Einw.	Licht	28,4	Pf/kWh	Kraft	23,4	Pf/kWh,
40 000 ··· 80 000	„	„	31,7	„	„	24,2	„ ,
20 000 ··· 40 000	„	„	32,6	„	„	25	„ ,
10 000 ··· 20 000	„	„	33,3	„	„	26,6	„ ,
2 000 ··· 10 000	„	„	37,5	„	„	31,7	„ ,
unter 2000	„	„	46,7	„	„	35	„ .

Die angegebenen maximalen Kraftstrompreise verstehen sich für Benutzungsdauern von 100 ··· 250 h/Jahr; für solche über 1000 h/Jahr sollen sie um 5 ··· 6,7 Pf/kWh ermäßigt werden. Was die Haushaltgeräte anbelangt, hält das Ministerium den Preis von 10 Pf/kWh für die elektrische Küche und 5,85 ··· 6,7 Pf/kWh für die Heißwassergeräte als maximal zulässig.

Der Präsident des Syndikats der Erzeuger und Verteiler der elektrischen Energie hatte anderseits allen Mitgliedern des Syndikats in einem Rundschreiben vom 15. VI. 1934 folgende Strompreisermäßigungen vorgeschlagen: Als Mindeststrompreis soll angenommen werden in Ortschaften mit

über 100 000	Einw.	Licht	16,7	Pf/kWh	Kraft	12,5	Pf/kWh,
10 000 ··· 100 000	„	„	20,8	„	„	16,7	„ ,
2 000 ··· 10 000	„	„	25	„	„	20,8	„ ,
unter 2000	„	„	29,2	„	„	25	„ .

Die jetzigen Tarife sollen in der Weise ermäßigt werden, daß auf die ersten 8,33 Pf des diesen Mindestpreis überschreitenden Betrags ein Nachlaß von 10 %, auf die zweiten 8,33 Pf ein solcher von 20 % und auf den Restbetrag ein solcher von 30 % bewilligt wird. Besondere Vorschläge beziehen sich auf Sonder- und Hochspannungstarife. Bisher hatten 156 Gesellschaften, unter welchen die größten Krafterzeugungs- und Verteilungsgesellschaften sind, ihre Zustimmung mit diesem Vorschlag des Syndikats bekanntgemacht. Für viele von ihnen bedeutet das jedoch keine tatsächliche Preisermäßigung, weil sie schon billigere Strompreise gewähren. In manchen Departements findet man dagegen Lichtpreise von 90,5 Pf/kWh (Morbihan), von 68,1 Pf/kWh (Eure). Die Ermäßigung wäre dann etwa 18 % im ersten und 13,5 % im zweiten Departement in Ortschaften unter 2000 Einwohnern.

Schließlich wurde auch die den sogenannten Elektrizitätsindex I ergebende Formel durch eine Verfügung des Ministeriums vom 15. IX. 1934 abgeändert. Bis jetzt lautete diese Formel

$$I = C + 25\,S \text{ (Hochspannung)},$$
$$I = C + 60\,S \text{ (Niederspannung)},$$

wobei C den für jedes Departement vierteljährlich festgesetzten Kohlenpreis (in Fr/t) und S den Lohnindex (mittlerer Stundenlohn in Fr im Departement) bedeutete. Die neue Formel lautet

$$I = 0{,}75\,C + 17\,S \text{ (Hochspannung)},$$
$$I = 0{,}75\,C + 45\,S \text{ (Niederspannung)},$$

wobei aber C für das ganze Land (ausgenommen 4 kohlenreiche Departements Nordfrankreichs) bestimmt wird, und für S ein mittlerer Stundenlohn für das ganze Land (Paris ausgenommen) einzusetzen ist. Für jeden Stromerzeuger spielt der Wert von I eine große Rolle, da er in allen Tarifformeln und Lieferungsverträgen erscheint. Beispielsweise wird der Strompreis P Fr/kWh durch die Beziehung $P = G + I\,m$ ausgedrückt, wobei G einen unveränderlichen Grundpreis bedeutet. Für den Wert des Koeffizienten m empfiehlt das Ministerium die folgenden neuen, gegenüber den bis jetzt geltenden etwas ermäßigten Werte:

Hochspannung,	Wasserkraftwerk	$m = 0{,}001$,
„	Wärmekraftwerk	$m = 0{,}0014$,
Niederspannung,	Wasserkraftwerk	$m = 0{,}0014$,
„	Wärmekraftwerk	$m = 0{,}002$.

Diese neuen Richtlinien sind für Erteilung von neuen Konzessionen maßgebend. Zur Änderung von alten Verträgen hat das Ministerium keine Macht und empfiehlt nur zwanglose Vereinbarungen zwischen den Erzeugern und den Abnehmern bzw. den Verteilern. *ak.*

[1]) Nach Mitteilung des Ausstellungs- und Messedienstes.

[1]) 1 RM = 6 Fr.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Dienstag, dem 5. II. 1935, 8 h abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. H. O. Hellerer über das Thema:

„Kontaktfragen der Fernmeldetechnik".

Inhaltsangabe:

1. Vorgänge während des Schaltens:
   - Funke,
   - Übergangswiderstand,
   - Materialwanderung,
   - Funkenlöschung.
2. Ergebnisse der Praxis (mit Lichtbildern):
   - Mittel zur Verhütung der schädlichen Erscheinungen,
   - Kontaktformen,
   - Kontaktmaterialien der Fernmeldetechnik,
   - Relaiskontakte aus dem Dauerversuch.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für elektrisches Nachrichtenwesen.

Der Vorsitzende:

Arendt.

Einladung

zur Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am Donnerstag, dem 7. II. 1935, 8 Uhr abends, in der Technischen Hochschule in Charlottenburg, Hörsaal EB 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dr.-Ing. L. Musil über das Thema „Technischer Stand, Aussichten und Entwicklungsmöglichkeiten der Energiespeicherung in der Elektrizitätsversorgung".

Inhaltsangabe:

Rückblick über die Entwicklung der Energiespeicherung. — Auswirkung der technischen Fortschritte im Kraftwerksbau auf die Anwendbarkeit der Speicherung. — Übersicht über die Speicherungsarten und Abgrenzung ihrer Anwendungsgebiete. — Überblick über die in den letzten Jahren errichteten Akkumulatorbatterien, Dampfspeicher. — Gleichdruckspeicher und Pumpspeicheranlagen. — Zweck, Betriebsweise und Betriebsergebnisse dieser Anlagen. — Technische Fortschritte in der Ausführung von Speicheranlagen. — Vorführung der neuesten Anlagen und Erläuterung ihrer Einsatzmöglichkeiten. — Neue Vorschläge (Thermodynamische Speicherung von Marguerre, hydraulische Speicherung von Shishkoff, Wärmespeicherung unter Verwendung eines Zwischenstoffes, elektrochemische Speicherung).

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn der Vorsitzende sich vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß
für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken.

Der Vorsitzende:

Dr. Rehmer.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

ETZ-Einbanddecken 1934.

Für den Jahrgang 1934 stellen wir den Beziehern der ETZ wiederum Einbanddecken zur Verfügung. Der Preis beträgt 2,20 RM für den Halbjahrsband einschließlich Versandkosten. Die Bestellung kann erfolgen durch Einzahlung auf das Postscheckkonto des VDE: Berlin 213 12 (Versandanschrift genau aufgeben, ebenso Vermerk hinzufügen: „ETZ-Einbanddecken"). Bei schriftlicher Bestellung erfolgt der Versand unter Nachnahme zuzüglich der Unkosten hierfür.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Danzig. 4. II. (Mo), 20 h, T. H., Elektr. Lab.: „Anpassung der Arbeitsplatzbeleuchtung an besondere Arbeitsvorgänge und neuzeitl. Beleuchtung im Bergwerk". Osram, Berlin.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 5. II. (Di), 20 h, T. H. Hörs. 42: „Das Überstrom- und Kurzschlußproblem in Hoch- und Niederspannungsnetzen". Dipl.-Ing. Reiske.

VDE, Gau Nordmark, Kiel. 8. II. (Fr), 20 h, gr. Hörs., Phys. Inst.: „Neuzeitl. elektr. Kühlung im Haushalt". Ing. Knieberg.

VDE, Gau Ostpreußen, Königsberg/Pr. 4. II. (Mo), 20 h, Hörs. des 1. Phys. Inst.: „Neue Probleme der Fernsprechtechnik". Postrat Dr. Schmidt.

VDE, Gau Kurpfalz, Mannheim. 8. II. (Fr), 20 h 15 m, Otto-Beck-Str. 21: „Die techn. Grundlagen der Gasentladungs-Umformer". Dr. Hueter.

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure. 6. II. (Mi), neues Phys. Inst. der T. H., Kurfürstenallee: „Die Saarindustrie vor und nach der Rückgliederung". Dr. mont. H. A. Wagner, Völklingen.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 5. II. (Di), 19 h, gr. Saal des Ingenieurhauses: Außergewöhnliche Versammlung. „Die Nationale Stoffwirtschaft und die Deutsche Reichsbahn". Reichsbahndir. Min.-Rat a. D. Lindermayer, Berlin.

Deutsche Lichttechn. Gesellschaft e. V., Gau West, Dortmund. 14. II. (Do), 16 h, Essen-Ruhr, Restaurant Kaupenhöhe: Vortragsreihe „Neuzeitliche Straßenbeleuchtung", verbunden mit einer Ausstellung von Fabrikaten der einschlägigen Firmen. 4 Vorträge.

Digitized by Google

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. Ebeling †.

Am 16. Januar 1935 starb im 76. Lebensjahr Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. August Ebeling, dessen Name mit der Entwicklung des Fernsprechens auf weite Entfernungen für immer verbunden sein wird. Von Haus aus war er Physiker und Mathematiker, denn der am 31. VIII. 1859 in Schöpfurt bei Eberswalde Geborene studierte nach Ablegung der Reifeprüfung am Joachimsthalschen Gymnasium in Berlin diese Fächer in Berlin und Freiburg. 1884 wurde er bei Helmholtz zum Dr. phil promoviert und

A. Ebeling †.

legte 1887 das Staatsexamen für Mathematik und Physik ab, worauf er nach kurzer Lehrertätigkeit im Jahre 1889 zu Siemens & Halske ging. Hier arbeitete er im Laboratorium noch mit Werner Siemens persönlich zusammen. Von 1892 bis 1897 war er in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt unter Helmholtz und Friedr. Kohlrausch tätig und widmete sich magnetischen Arbeiten. Dann berief ihn Wilhelm v. Siemens zur Leitung der damals als „Kabelvertriebsbüro" bezeichneten Dienststelle. Hier griff Ebeling die Aufgabe auf, die sein Lebenswerk werden sollte: den Fernsprechverkehr über große Entfernungen zu gestalten. Vor allem befaßte er sich als einer der ersten mit der Erfindung Pupins, Spulen als punktförmige, induktive Belastung in bestimmten Abständen in Fernsprechkabel einzufügen. Im Auftrage seiner Firma erwarb er die Patentrechte Pupins, baute die ursprünglichen Ideen aus und erweiterte sie durch eigene Erfindungen. Von diesen ist vor allem die im Jahre 1908 eingeführte Pupinisierung der Phantomkreise zu erwähnen. Ferner ist Ebeling die Einführung der Pupinspulentechnik beim Bau von Fernsprechseekabeln zu verdanken. Von der Verlegung des ersten Bodenseekabels (1906) ab hat er bis in die neueste Zeit an der immer größeren Vervollkommnung dieses wichtigen Sondergebietes gearbeitet und an einer Reihe bedeutender Kabel die wirtschaftlichen und praktischen Vorteile der Pupinschen Erfindung auch für Seekabel nachgewiesen. Ein Dr. Ebeling stets am Herzen liegender Plan war die Überbrückung des Atlantiks durch ein Fernsprechkabel, dem er bis zuletzt sein stetes Interesse entgegenbrachte.

Ebelings Verdienste liegen nicht nur auf wissenschaftlichem und konstruktivem Gebiet, auch für die Einführung seiner Pläne in die Praxis setzte er sich mit einzigartigem Erfolg ein. So schrieb der „Europäische Fernsprechdienst" zu Ebelings 70. Geburtstag: „Es gibt wohl kaum eine Fernsprechverwaltung in ganz Europa, der er nicht auf technischem, organisatorischem und finanziellem Gebiet bei der Anlegung und dem Ausbau der Fernkabelnetze Rat erteilte und Hilfe leistete." Seine starke Persönlichkeit gab seinen Mitarbeitern wertvolle Anregungen und verstand es, sie zu höchsten Leistungen anzuspornen. Für seine technischen Leistungen wurde er im Jahre 1922 von der T. H. Danzig zum Dr.-Ing. E. h. ernannt. Im Jahre 1921 übernahm er die Leitung der Siemens-Kartellgemeinschaft und wurde 1925 Vorstandsmitglied der Siemens & Halske AG. und der Siemens Schuckertwerke AG. Ferner gehörte er dem Aufsichtsrat der Deutschen Fernkabel-Gesellschaft seit ihrer Gründung an. Im Elektrotechnischen Verein war er von 1911 bis 1921 Schatzmeister. Die ETZ verliert in ihm einen langjährigen wertvollen Mitarbeiter.

August Ebeling war ein lebensbejahender, frischer, aufrechter Mensch voller Schwung, der sich im Kreise seiner Fachgenossen viele Freunde erworben hat. Wenn wir heute ein großes europäisches Fernsprechnetz haben, das allen Anforderungen an Güte und Betriebssicherheit entspricht, so ist es zum großen Teil der Lebensarbeit des nunmehr Verschiedenen zu danken. Sein Name ist unauslöschbar mit der Entwicklung des Nachrichtenwesens verknüpft.

Auszeichnungen. — Die T. H. Aachen hat dem Prof. Heinrich Henne, Berlin, in Anerkennung seiner hervorragenden Arbeiten und Verdienste im Feuerversicherungswesen die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen. Prof. Henne, der am 28. I. seinen 70. Geburtstag feiern konnte, hat als Direktor der „Arbeitsgemeinschaft privater Feuerversicherungsgesellschaften in Deutschland" auch an den Arbeiten des VDE regen Anteil genommen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Geometrische Elektronenoptik. Grundlagen und Anwendungen. Von E. Brüche u. O. Scherzer. Mit einem Titelbild u. 403 Abb., XII u. 332 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geh. 26 RM, geb. 28,40 RM.

Es handelt sich hier nicht um ein Lehrbuch, welches alten Stoff in neue Formen gießt, sondern um ein Buch, welches einen neuen Stoff erstmalig in angemessener Form ordnet und welches dennoch den Charakter eines Lehrbuchs bewahren will, indem es alle erforderlichen Hilfsbegriffe erklärt und den Zusammenhang mit den Nachbargebieten erläutert. Das Buch ist im Forschungslaboratorium der AEG entstanden, als Gemeinschaftsarbeit beider Verfasser, die sich nach der praktischen und theoretischen Seite hin ergänzen.

Die elektrischen Anordnungen oder „Linsen" stehen im Vordergrunde, die „magnetischen Linsen", die zuerst in einer grundlegenden Arbeit von H. Busch entwickelt wurden, werden in zweiter Linie berücksichtigt. Letztere entsprechen optisch einem kristallinen Medium, erstere einem isotropen, aber geschichteten Medium, dessen optische Eigenschaften von Ort zu Ort wechseln.

Übertriebene Vorstellungen von der Leistungsfähigkeit der heutigen Konstruktionen werden schon im Vorwort zurückgewiesen, wo von der „fernen Hoffnung auf die Überschreitung der Auflösungsgrenze des Mikroskops" die Rede ist. Auch der Titel des Buches „Geometrische Elektronenoptik" deutet an, daß die heutige Entwicklung noch nicht an die Wellenprobleme der Elektronenbewegung heranreicht, sondern vielmehr der geometrischen Lichtoptik entspricht.

Das I. Kapitel bringt u. a. eine durchaus originelle Einführung in die Wellenmechanik. Das II. Kapitel behandelt die brechenden Medien der Elektronenoptik. Während die Lichtoptik verschiedene nicht absorbierende Medien zur Verfügung hat (Luft, mannigfache Glassorten, Quarz), ist die Elektronenoptik auf ein einziges Medium, das Vakuum, angewiesen (Druck unter 10^{-5} mm Hg). Während der Lichtoptiker seine brechenden Flächen beliebig gestalten kann, verfügt der Elektronenoptiker, axial symmetrische Anordnung vorausgesetzt, nur über den Potentialverlauf längs der Axe; die Gestalt der Potentialflächen im übrigen Raum ist dann schon mitbestimmt. Dagegen ist der Elektronenoptiker insofern vor dem Lichtoptiker im Vorteil, als er bei unveränderter Anordnung der Leiterteile die Spannung ändern und dadurch die wirksamen Potentialgradienten stetig variieren kann. Allgemein entspricht ja dem Brechungsindex der Lichtoptik in der Elektronenoptik das an der betreffenden Stelle herrschende Potential φ: genauer gesagt, die nach dem Energiesatz durch φ bestimmte Elektronen-Geschwindigkeit v (bei Potentialen unterhalb 30 KV; bei höheren Potentialen würde eine erhebliche relativistische Korrektion eintreten).

Digitized by Google

Im Teil B, Anwendungen, werden u. a. behandelt das Elektronen-Mikroskop, die Braun'sche Röhre und der Massen-Spektrograph; die in der Literatur zerstreuten Gesichtspunkte werden geordnet und vervollständigt. In methodischer Hinsicht wird nicht der einzelne Strahlengang (die einzelne Elektronenbahn) verfolgt, sondern das gesamte Bildfeld in Abhängigkeit von dem elektromagnetischen Felde untersucht. Dies sind nur einige Proben aus dem reichen Inhalt des wertvollen, fesselnd geschriebenen Buches. A. Sommerfeld.

Dampfkessel. Von H. Netz. Mit 68 Abb., V u. 108 S. in gr. 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1934. Preis geb. 4,80 RM.

Es handelt sich hier um ein Lehrbuch, das zur Einführung in die Elemente des Kesselbaus dient. Für den Fachmann bringt es deshalb naturgemäß nichts Neues. Dem Studierenden jedoch wird es eine bequeme Hilfe zur Einführung in dieses Fachgebiet sein. Der theoretische Teil enthält in knapper Form die wichtigsten Formeln für die Berechnung der Rauchgasmengen, Temperaturen und der auftretenden Verluste einer Kesselanlage. Dieser Abschnitt entspricht allerdings nicht ganz dem heutigen Stand der Kesseltechnik. So erscheint eine Tafel über die theoretische Verbrennungsluftmenge (Zahlentafel 6) bei verschiedenen Brennstoffen ohne gleichzeitige Angabe der Heizwerte als nicht ausreichend. Der Leser kann mit diesen Zahlen, ohne den Brennstoff näher zu kennen, nichts anfangen. Der folgende beschreibende Teil ergibt einen guten Überblick über die meisten Feuerungsarten, wobei dem Charakter des Lehrbuchs entsprechend konstruktive Einzelheiten nicht berührt werden, so daß ein anschaulicher Überblick über den Stand des Feuerungsbaus entsteht. Sodann folgt die Beschreibung ausgeführter Kesselanlagen. Die Auswahl ist für die Einführung in diesen Gegenstand ausreichend. Auch hier hätte man jedoch gewünscht, eine mehr kritische Beleuchtung der Beispiele vorzufinden; warum die eine Kesselanlage als Zweizugkessel, die andere als Dreizugkessel ausgeführt wurde. Auch beim Steilrohrkessel möchte man erfahren, warum man vom Viertrommelkessel oder Dreitrommelkessel zu Bauarten mit zwei Trommeln oder einer übergegangen ist; inwiefern der Übergang zu Hochdruck und hohen Temperaturen diese Entwicklung begünstigt hat usw. Die Sonderbauten für Höchstdruck werden nur kurz gestreift, wie es in einem Lehrbuch genügt. Nachzutragen wäre das Gleitdruckverfahren beim Bensonkessel, das allerdings erst neueren Datums ist. Der Abschnitt über Speisewasservorwärmer ist sehr kurz ausgefallen. Hier wäre noch besonders zu erwähnen, daß man gußeiserne Glattrohrvorwärmer kaum noch verwendet, während Rippenrohr und Nadelvorwärmer für alle Drücke bis 60 atü zur Anwendung kommen können; schließlich daß der Schlangenrohrvorwärmer seinem Wesen nach als Verdampfungsvorwärmer verwendet wird. Im allgemeinen kann das Buch dem Lernenden zur Einführung empfohlen werden. Wenn er sich weiter in den Gegenstand vertiefen will, wird er dann um so leichter in die schwierigeren Werke über das Dampfkesselwesen eindringen können. A. Zinzen.

Praktischer Rostschutz. Von Ing. J. Moshage. (Bibl. d. ges. Technik 412.) Mit 10 Abb. i. Text, einem Sachreg. u. 95 S. in 8°. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1934. Preis geb. 4 RM.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß zur Rostbekämpfung im Einzelfall das richtige Mittel ausgewählt und richtig angewendet werden muß. Hierzu will der Verfasser die Anleitung geben, indem auf die verschiedenen Verfahren eingegangen und ein kurzer theoretischer Teil zum Wesen des Rostens vorausgeschickt wird. Den Elektrotechniker dürfte wegen elektrischer Vorgänge der Abschnitt über die elektrochemische Rosttheorie, in der die Bildung von Lokalelementen auf die Korrosionswirkung eine besondere Rolle spielt, interessieren. Weitere solche Abschnitte sind die „Galvanischen Überzüge" von Metallen, deren Herstellung durch die Elektrochemie in den letzten Jahren auf wissenschaftlicher Grundlage stark gefördert wurde, die „Elektrolytische Entfettung" in galvanotechnischen Anstalten, die sich mehr und mehr einbürgert, und die „Elektrochemische Einwirkung" zum Schutz von Dampfkesseln, Kondensatorrohren u. dgl. Im übrigen gibt das Buch auf gedrängtem Raum einen erschöpfenden Überblick über die mannigfachen Rostschutzmöglichkeiten, die für das Eisen als einen auch in der Elektrotechnik wichtigen Werkstoff bestehen. A. Przygode.

Nichteisenmetalle, 2. Teil: Leichtmetalle. Von Dr.-Ing. R. Hinzmann. (Werkstattbücher H. 53.) Mit 34 Abb. i. Text, 12 Tab. u. 59 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geh. 2 RM.

In einer Zeit der wirtschaftlichen Umstellung auf neue Rohstoffe gewinnen die Stoffe an Bedeutung, die für eine nationale Wirtschaft am leichtesten und billigsten zu beschaffen sind. Zu den Stoffen, die jetzt im Flugzeugbau und in Zukunft noch mehr gebraucht werden, zählt das Aluminium und seine Legierungen. Das vorliegende Werkstattbuch gibt in kurzer Zusammenfassung einen Überblick über die physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Leichtmetalle sowie manches Wissenswerte, was für die Bearbeiter und für die Behandlung dieser Leichtmetalle von Wichtigkeit ist. Das Büchlein ist für Werkstatt-Techniker geschrieben, die hieraus für ihren Beruf das entnehmen können, was bisher erprobt und als brauchbar erkannt worden ist. Zu wenig erwähnt werden die Schwierigkeiten, die sich beim Umschmelzen entgegenstellen. Die bisher angewandten Schmelzverfahren befriedigen zu wenig, so daß der Zukunft ein weiteres Betätigungsfeld vorbehalten bleibt. Die bis jetzt zu wenig beachtete Elektrowärme dürfte berufen sein, bei richtiger Wahl des Zustellungsmaterials unter Berücksichtigung der Badbewegung und der richtigen Wahl der Salze zum Abdecken des flüssigen Metalles diese Schwierigkeiten zu meistern. Die Oberflächenbehandlung, die heute sehr wichtig ist, wird in ihrer Bedeutung zu wenig gewürdigt. Z. B. wird das Verfahren, das unter dem Namen „Eloxalschutz" bekannt ist und von der Firma „Lautawerk", „Siemens & Halske" und „Langbein-Pfanhäuser" gemeinsam verwendet wird, nur kurz gestreift. Trotz dieser Schwäche, die in der kurzen Zusammenfassung bedingt ist, kann das Bändchen doch jedermann empfohlen werden, der sich allgemein über die Leichtmetalle unterrichten will. F. Walter.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die deutsche Elektroindustrie im 4. Vierteljahr 1934[1]). — In der Elektroindustrie hat während der letzten Monate des Jahres 1934, nach dem Wirtschaftsblatt der Industrie- und Handelskammer, die Auftrags- und Bestelltätigkeit im Inland im wesentlichen ungefähr den Umfang beibehalten, der in den vorhergehenden Monaten erreicht worden war. Auch das Auslandgeschäft hat sich ungefähr auf gleicher Höhe bewegt. Im Verkehr mit den Elektrizitätswerken ist eine weitere Belebung der Projektierungstätigkeit festzustellen; sie beginnt sich neuerdings auch auf das Gebiet der Erweiterung von Stromerzeugungsanlagen zu erstrecken. Trotzdem ist bei den öffentlichen Elektrizitätswerken immer noch eine starke Zurückhaltung zu beobachten, da offenbar die Entlastung von den Finanzabgaben an Städte und Gemeinden noch nicht entsprechend vorgeschritten ist. Gleich lebhaft ist der Auftragseingang sowohl aus der Produktions- als auch der Verbrauchsgüterindustrie geblieben. Die an Zahl und Umfang dauernd zunehmenden Anfragen lassen darauf schließen, daß auch für die kommenden Monate mit einer Beständigkeit des Geschäfts mit der Industrie gerechnet werden kann. Auf dem Gebiete der elektrischen Bahnen fehlen die Aufträge aus der öffentlichen Arbeitsbeschaffung. Sowohl von der Reichsbahn als auch von den gemeindlichen Verkehrsgesellschaften sind Bestellungen nur in beschränktem Umfang eingegangen. Fernmeldeanlagen und Apparate aller Art hatten nach wie vor lebhafte Nachfrage. Aus dem In- und Auslande gingen Aufträge auf Telegraphen- und Fernsprechapparate etwa in gleichem Umfange wie in den vorangegangenen Monaten ein. Die Umwandlung der noch von Hand bedienten Fernsprechämter in selbsttätige nahm weiteren Fortgang. Zugenommen hat auch noch weiter das Interesse für Fernschreibmaschinen-Anlagen. Der Umsatz in Rundfunkmaterial war, der Weihnachtszeit entsprechend, lebhaft. Auf dem Gebiet für Meßinstrumente und bei Kleinfabrikaten aller Art war eine Zunahme der Beschäftigung zu bemerken. Im Auslandsgeschäft ging mancher Auftrag an ausländische Wettbewerber verloren, weil die deutschen Preise denen der Konkurrenz aus den niedervalutarischen Ländern nicht zu begegnen vermochten. Trotzdem haben sich manchen Ländern gegenüber die Geschäftsbeziehungen etwas gebessert. —

[1]) Vgl. ETZ 1934, S. 156, 1044.

Abschluß des Heftes: 25. Januar 1935.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Harald Müller in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 7. Februar 1935 | Heft 6

Drahtfunk*).

Von F. Gladenbeck, Berlin.

Übersicht. Ausgehend von der Störanfälligkeit des Rundfunks werden die Möglichkeiten des hochfrequenten Drahtfunks über das Fernsprechnetz erörtert und die von der Deutschen Reichspost angestellten Versuche kurz beschrieben. Bei günstigem Ausgang der noch nicht abgeschlossenen Versuche ist mit allgemeiner Einführung des Drahtfunks neben dem drahtlosen Rundfunk zu rechnen.

Mit den bisherigen technischen Mitteln ist die vollständige Rundfunkversorgung Deutschlands nicht möglich. Es bestehen immer noch Zonen unzureichenden Empfangs, und da Deutschland in der Zahl der zur Verfügung stehenden Wellen durch internationale Vereinbarungen beschränkt ist, lassen sich nicht ohne weiteres neue Sender für die Überbrückung dieser Zonen einsetzen. Grundsätzlich ständen zwei Wege zur Verfügung, auf denen man das Ziel, ganz Deutschland mit ausreichender Rundfunk-Feldstärke zu versorgen, erstreben könnte: der Gleichwellen-Rundfunk und der Ultrakurzwellen-Rundfunk. Gegen die Einführung des Gleichwellen-Rundfunks spricht jedoch mancherlei: einmal ist die Technik des Gleichwellen-Rundfunks noch nicht soweit geklärt, daß man gegenwärtig an einen großzügigen Aufbau eines Gleichwellen-Sendernetzes schon mit gutem Gewissen denken dürfte, zum anderen würde ein solcher Aufbau ganz beträchtliche Mittel erfordern, und schließlich hat selbstverständlich auch der Gleichwellen-Rundfunk den wesentlichen Mangel, den der Funk allgemein besitzt, die Störanfälligkeit. Gleichgültig ob die Störungen atmosphärischer Art sind oder ob sie bewußt oder unbewußt durch elektrotechnische Anlagen verursacht werden, eine durchaus wirksame Abhilfe gibt es zur Zeit noch nicht. Namentlich die bewußt verursachten Störungen können mitunter unangenehm fühlbar werden.

Unempfindlicher gegen bewußte Störungen von außen als der Gleichwellen-Rundfunk dürfte der Ultrakurzwellen-Rundfunk sein, insofern als jeder Ultrakurzwellen-Sender nur ein räumlich recht scharf begrenztes Gebiet versorgen kann und eine wirksame Störung größeren Ausmaßes praktisch nur von einem nahe gelegenen Störsender ausgehen könnte, dessen Sendeantenne immerhin eine solche Höhe haben müßte, daß sie nicht leicht verborgen gehalten werden könnte. Der Mittelaufwand für den Ausbau eines Ultrakurzwellen-Sendernetzes dürfte sich etwa in den gleichen Grenzen halten wie beim Gleichwellen-Rundfunk. Darüber hinaus müßten aber die Rundfunkhörer noch die Hauptlast an Kosten auf sich nehmen. Denn da wohl kaum eine größere Zahl zur Zeit in Betrieb befindlicher Rundfunkgeräte ohne weiteres zum Empfang ultrakurzer Wellen geeignet ist, müßten sich alle Rundfunkteilnehmer geeignete Vorsatzgeräte beschaffen, falls sie nicht ganz neue Ultrakurzwellen-Empfänger erstehen wollten. Eine solche recht beträchtliche Aufwendung ist der überwiegenden Mehrzahl der deutschen Rundfunkhörer gegenwärtig nicht zuzumuten.

Die Nachteile der Nachrichtenverbreitung durch den Äther vermeidet die Übermittlung durch den Draht, der sogenannte Drahtfunk. In seiner ursprünglichen niederfrequenten Form allerdings, die in Deutschland auf eine rund fünfzigjährige Entwicklung zurückblicken kann, haften ihm noch wesentliche Mängel technischer und wirtschaftlicher Art an; denn wird ein bestehendes Fernsprechnetz zur Verbreitung des Drahtfunks mitbenutzt — dann wird entweder der Drahtfunkhörer jedesmal bei einem Telephonanruf im Anhören der Drahtfunk-Darbietung gestört, oder es wird die Verwendbarkeit des Telephons während der Zeit der Drahtfunkdarbietungen durch besondere Schaltmaßnahmen eingeengt. Wird aber ein besonderes Leitungsnetz zur Verbreitung der Drahtfunkdarbietungen bereitgestellt, so bedeutet dies selbstverständlich einen bedeutenden wirtschaftlichen Aufwand, ganz abgesehen davon, daß die Devisenlage Deutschlands gegenwärtig jede vermeidbare Investierung von Blei und Kupfer unbedingt verbietet. Diese wirtschaftlichen und technischen Schwierigkeiten umgeht der hochfrequente Drahtfunk, dessen betriebliche Eignung von der DRP in einer Berliner Versuchsanlage erprobt wurde.

Der hochfrequente Drahtfunk ist seinem Wesen nach nichts anderes als leitungsgerichteter Rundfunk. Es hat sich herausgestellt, daß die Dämpfung gewöhnlicher Teilnehmeranschlußleitungen, die im Bleikabel verlaufen, für Frequenzen von 150 ··· 250 kHz noch nicht so hoch ist, daß sich nicht etwa 8 km Anschlußleitung unter Aufwendung wirtschaftlich vernünftiger Leistungen überbrücken ließen.

Als Empfangsgerät ist dabei der Volksempfänger zugrundegelegt, der bekanntlich zur vollen Aussteuerung eine verhältnismäßig recht hohe Eingangspannung braucht; bei Anschluß empfindlicherer Empfänger könnten noch längere Kabelleitungen zugelassen werden. Die Grenze ist durch die Störspannung in der Kabelader gegeben, die jedoch für die Rundfunkfrequenzen weit niedriger liegt als für Tonfrequenzen.

Die Wellen von 1000 ··· 2000 m wurden gewählt, weil zu ihrem Empfang jeder normale Rundfunkempfänger geeignet ist; für kürzere Wellen würde der Energieaufwand unwirtschaftlich hoch werden, mit längeren Wellen wären zwar größere Entfernungen zu überwinden, dafür müßte aber auf den Vorteil der Verwendung normaler Rundfunkempfänger verzichtet werden; anderseits könnten sich Langwellen-Telegraphiesender störend bemerkbar machen, zumal dann, wenn auch oberirdische Leitungen als Zuführung zum Teilnehmer benutzt werden.

Die Drahtfunk-Versuchsanlage, die zur Zeit in Berlin betrieben wird, empfängt ihre Modulation von der Rundfunk-Vermittlungstelle im Fernamt Winterfeldtstraße. Tonfrequent beschickte Leitungen führen von dort zum Reichspostzentralamt, wo Drahtfunksender und Modulatoren aufgestellt sind. Dort werden drei Trägerwellen moduliert, und zwar werden als Träger die Frequenzen 150, 220 und 250 kHz benutzt. Die Welle des Deutschlandsenders ist vermieden worden, weil Beeinflussungen namentlich oberirdischer Leitungsteile zu befürchten waren. Vom Reichspostzentralamt führen einige Anschlußleitungen unmittelbar zu einigen Teilnehmern, während eine Verbindungsleitung die drei Wellen den Verstärkern im Amte Jäger-Flora zubringt. Dem Amte Jäger-Flora sind wieder eine Reihe von Teilnehmern zugeordnet; weitere Verbindungen zu Verstärkern, die in den Ämtern Westend und Wilhelm aufgestellt werden sollen, sind in Aussicht genommen. Die Frage, ob für alle drei Wellen jedesmal ein gemeinsamer Verstärker benutzt werden wird, oder ob es sich empfiehlt, die drei Frequenzen vor der Verstärkung durch Siebketten voneinander zu trennen und jede für sich in einem besonderen Verstärker zu verstärken, ist noch nicht endgültig entschieden. Hier werden Versuche den Ausschlag geben, die zeigen sollen, wie weit eine gegenseitige Modulation der durch einen Verstärker laufenden Wellen betriebsmäßig unterdrückt werden kann.

An dem hochfrequenten Drahtfunk kann nicht etwa nur derjenige als Hörer teilnehmen, der im Besitze eines Fernsprechanschlusses ist. sondern es können an jede Teilnehmeranschlußleitung etwa 5 bis 10 Drahtfunkhörstellen angeschlossen werden. Die Ankopplung geschieht zweck-

*) Nach einem Vortrag, gehalten in der 18. post- und telegraphenwissenschaftlichen Woche der Verwaltungsakademie.

Digitized by Google

mäßig in der Nähe des Endverzweigers; selbstverständlich muß die hochfrequente Ankopplung für Niederfrequenz eine so hohe Dämpfung haben, daß auch bei Anwendung von Niederfrequenzverstärkung das Fernsprechgeheimnis nicht verletzt werden kann.

Ein Betriebsversuch in größerem Rahmen wird im Rechnungsjahr 1935/1936 in dem Gebiet um Dresden-Löbau vorgenommen werden; fallen auch diese Versuche zur Zufriedenheit aus, so soll der Drahtfunk für ganz Deutschland eingeführt werden. Nicht nur in den Zonen unzureichenden Rundfunkempfangs wird das Fernsprechnetz mit hochfrequenten Wellen versorgt werden, sondern staatspolitische Belange fordern gebieterisch eine allgemeine Entlastung des Äthers durch den Drahtfunk. Während dem Drahtfunk vornehmlich nationale Bedeutung zukommt, wird der Rundfunk weiterhin seine Stellung für den zwischenstaatlichen Dienst behaupten, und namentlich da wird der Funk durch den Draht nie zu ersetzen sein, wo es sich darum handelt, Verbindungen zu schaffen zu beweglichen Orten, wie Schiffen, Flugzeugen u. dgl. Der Drahtfunk soll also nicht den Rundfunk ersetzen, sondern nur eine wertvolle Ergänzung für ihn bilden.

Geheimmittel für Starterbatterien.

(Dritte Mitteilung[1]).

Von K. Arndt, Berlin.

Übersicht. Der Verfasser gibt seine Analysen vieler Geheimmittel. Er bespricht dann die Wirkung der in ihnen enthaltenen Stoffe auf den Bleisammler und erörtert drittens auf Grund seiner Untersuchungen die Vorgänge bei der „weichen" und der „harten" Sulfatierung. Zum Schluß warnt er wieder vor den trügerischen Versprechungen der Werbeblätter.

In den 7 Jahren seit meiner 2. Mitteilung bekam ich eine große Zahl neuer Geheimmittel aus aller Welt. Die zugehörigen Werbeblätter versprechen, wie früher, zumeist Außerordentliches. Die Lebensdauer der Batterien soll sehr verlängert, Sulfatierung geheilt, das Aufladen stark abgekürzt oder gar unnötig werden. Manchmal sollen „Radioaktivität", „Elektronenwirkung" u. a. solch Wunder dem Laien glaubhaft machen. Vor der Anwendung der „höchst schädlichen" Schwefelsäure wird dringend gewarnt. Von vielen Seiten bin ich gebeten worden, mich endlich wieder zu dieser Sache zu äußern. Ich will jetzt zunächst auf Grund meiner eignen Analysen die Zusammensetzung dieser Mittel enthüllen, dann über meine Erfahrungen sprechen und drittens über die Sulfatierung auf Grund meiner Untersuchungen einiges Neue mitteilen.

A. Zusammensetzung.

1. Lightning-Gruppe.

„Lightning" stammt aus Amerika. Zuerst bekam ich das in meiner 1. Mitteilung ausführlich behandelte „Lightning-Elektrolyte (Trockensubstanz)" zugeschickt, ein Salzgemenge von Magnesiumsulfat und Natriumsulfat, rot gefärbt und wie billige Seife nach Nitrobenzol riechend, welches nach Vorschrift in starker Schwefelsäure gelöst wird. Später erhielt ich dreierlei ebenfalls als Lightning bezeichnete Flüssigkeiten; von zweien gab ich bereits in meiner 2. Mitteilung die Zusammensetzung an; ich will sie aber in der folgenden Zahlentafel 1 wiederholen. Alle Mittel dieser Gruppe sind Schwefelsäure mit Magnesium- und Natriumsulfat.

Zahlentafel 1.

Bezeichnung	Dichte	freie Säure	Magnesiumsulfat	Natriumsulfat
		g/l	g/l	g/l
Lightning-Elektrolyte	1,24	365	16	13
Lightning	1,22	311	16	18
Lightning	1,23	337	19	22
Electrol	1,22	334	10	22
Blitzakkumulad	1,25	405	9	11
Wellner-Elektrolyt	1,30	458	12	9
Wellner-Elektrolyt	1,25	355	20	5
Phönix-Elektrolyt	1,24	350	7	6
Super-Electrolyt	1,30	420	16	29

Die Gewichte beziehen sich auf die wasserfreien Salze. Lightning-Elektrolyte, Wellner-Elektrolyt und Super-Elektrolyt sind gelbrot gefärbt; Lightning-Elektrolyte und Super-Elektrolyt riechen nach Nitrobenzol. Wellner-Elektrolyt enthält auch etwas Weinsäure.

2. Grüconin-Gruppe.

Der typische Vertreter dieser Gruppe, welche sich besonders durch einen Gehalt an Kupfersulfat auszeichnet, das Grüconin, ist von seinem Hersteller Grüning so getauft worden. Meine älteste Erwerbung ist hier „Elektrofiat", eine blaue Flüssigkeit (Dichte 1,27, 260 g/l Schwefelsäure) über einem Brei von Alaun- und Kupfervitriolkristallen. Auch der „Grüconin-Grundmutterstoff" ist eine blaue Flüssigkeit (Dichte 1,26, 370 g/l Schwefelsäure) mit einem Bodensatz von Kristallen; aus ihm ist laut Vorschrift das „Grüconin" herzustellen, indem man 1 l des Mutterstoffes mit 3 l destilliertem Wasser und 1 l reiner Schwefelsäure mischt. Das so von mir erhaltene Grüconin habe ich in der folgenden Zahlentafel 2 zuerst aufgeführt. Die beiden anderen Proben bekam ich gleich fertig gemischt. In diese Gruppe gehört auch „Electrolysine", eine Mischung von festem Kupfer-, Aluminium-, Magnesium- und Natriumsulfat.

Zahlentafel 2.

Bezeichnung	Dichte	fr. Säure	Kupfersulfat	Aluminiumsulfat	Magnesiumsulfat	Natriumsulfat
		g/l	g/l	g/l	g/l	g/l
Grüconin	1,28	396	3	16	4	8
Grüconin	1,27	400	2	9	11	10
Grüconin	1,33	512	3	14	18	7

3. Andere Sulfatmischungen.

Aus Früherem wiederhole ich auch in dieser Gruppe: „Radiolite" (Magnesiumsulfat mit etwas Aluminiumsulfat) und „Batterieschutz" (Zinksulfat mit etwas Aluminium-, Magnesium- und Mangansulfat). Neu hinzu kamen „Ralph-Lyte" (Aluminiumsulfat mit Magnesium- und Natriumsulfat), „Electex" (Magnesium-, Aluminium-, Natrium- und Ammonsulfat). Zahlentafel 3 gibt meine Analysen der hierher gehörenden Flüssigkeiten.

Zahlentafel 3.

Bezeichnung	Dichte	fr. Säure	Aluminiumsulfat	Magnesiumsulfat	Natriumsulfat	Ammonsulfat
		g/l	g/l	g/l	g/l	g/l
Tonlolite	1,28	452	12	—	—	4,5
Acculite	1,27	426	10	—	—	—
Fulmilyt	1,23	331	2	22	8 *)	
PR 2 blau	1,24	347	6	2	22	

*) einschl. Kaliumsulfat.

PR 2 blau enthält außerdem etwas Mangansulfat und ist mit Methylenblau gefärbt[2]), während Fulmilyt durch Eosin gelbrot gefärbt ist.

4. Sonderklasse.

Völlig anders beschaffen sind „Dar" und „Sinacidin". Sinacidin ist sekundäres Natriumphosphat, das infolge Verwitterung etwas mehr Phosphat enthält, als der Formel $Na_2HPO_4 \cdot 12\,H_2O$ entspricht. Das englische Mittel Dar („Desulfates and Reactivates Accumulators") ist eine stark nach Ammoniak riechende farblose Flüssigkeit; die Analyse ergab mir in 10 cm^3 3,5 g weinsaures Ammon und etwas (0,055 g) freies Ammoniak. Nach der Gebrauchsvorschrift werden 50 g auf 1 l Elektrolyt zugesetzt (1 Unze zu 1 Pint). Die Anweisung für Sinacidin ordnet an, daß aus dem Akku die Säure ausgegossen, mit einem Wasserstrahl ausgespült und dann die Lösung (der Inhalt der Büchse, etwa 200 g, wird in 3 l Wasser gelöst) eingefüllt wird.

B. Die Wirkung der Bestandteile.

1. Schwefelsäure. Wie ich bereits in meiner ersten Mitteilung auseinandersetzte, erklärt sich die den Unkundigen verblüffende Tatsache, daß nach Ersetzen der durch die Entladung stark verdünnten Säure durch die viel stärkere Säure, z. B. von „Lightning", die Batterie

[1]) ETZ 1926, S. 934 u. 1927, S. 738.

[2]) PR 2 beruht angeblich auf „Holzextraktbasis". Ich habe davon nichts feststellen können.

Digitized by Google

wieder recht erhebliche Strommengen abgeben kann, einfach dadurch, daß die Erhöhung des Säuregehaltes zwangsläufig auch die Spannung des Sammlers erhöht. Mit Ausnutzung des in den Platten noch vorhandenen Vorrates an aktiver Masse kann die Batterie jetzt noch eine ganze Weile Strom liefern, bis die Klemmenspannung wieder auf den Grenzwert gesunken ist. Indem nun aber bei dem natürlich nötigen Wiederladen die aus den Platten freiwerdende Schwefelsäure hinzukommt, wird jetzt die Säure viel stärker, als mit gutem Grunde für die Starterbatterie vorgeschrieben ist. Übermäßig starke Säure greift die Platten allzu stark an und verkürzt die Lebensdauer der Batterie. Beispielsweise stieg, als ich eine entladene Zelle (es war in der betreffenden Versuchsreihe die 20. Entladung) einfach mit Schwefelsäure von der Dichte 1,22 beschickt hatte, nachher die Säuredichte auf 1,28. Die Kapazität war nun um 18 % größer, aber sie fiel im Laufe weiterer Ladungen und Entladungen bald auf den Betrag einer normalen Vergleichszelle und sank weiter. Als nach der 60. Entladung aus jener Zelle der Schlamm entfernt wurde, wog er doppelt so viel als der Schlamm aus der Vergleichszelle; die positiven Platten waren etwas zerbrochen. Bei der 63. Entladung versagte diese Zelle schon nach ½ h; Abb. 1 zeigt die spärlichen Reste der beiden Positiven[3]).

Abb. 1. Reste zweier durch zu starke Säure zerstörter Positiven. (⅓ nat. Gr.)

Abb. 2. Durch weinsaures Ammon zerstörte Positive. (⅓ nat. Gr.)

Abb. 3. Stark sulfatierte Negative (Vergr. = 60).

Umgekehrt wie die anderen Geheimmittel, welche Schwefelsäure mit Salzzusätzen sind, wirkt „Sinacidin", indem es als Ersatz für Schwefelsäure sofort die Leistung vermindert. Als ich nach der Vorschrift verfahren hatte, gab die Starterzelle trotz reichlicher Ladung nur etwa halb so viel Amperestunden wie zuvor; bei weiteren Ladungen und Entladungen stieg die Leistung wieder, aber erreichte lange nicht den ursprünglichen Wert. Zwar war in den Poren der Platten Säure zurückgeblieben, und beim Laden wurde viel Schwefelsäure aus dem Bleisulfat der Platten frei[4]); aber weil an sich schon in der Starterzelle die Flüssigkeit, um an Raum und Gewicht zu sparen, knapp bemessen ist, so fehlte es an der für volle Leistung unentbehrlichen Menge Schwefelsäure.

2. Ammonsulfat. Als Grund für die Forderung, daß Akkumulatorensäure kein Ammon enthalten darf, wird meist angenommen, daß es an den positiven Platten zu Salpetersäure oxydiert wird, welche das Blei auflöst. Bei einer durch Dipl.-Ing. J. Sauer mit kleinen Varta-Sammlern (L ¼) durchgeführten Versuchsreihe ließ ich auf das Liter Säure 1,24 so viel Ammonsulfat zusetzen, daß im Liter 0,85 g NH_4 vorhanden war. Sooft die Entladung bald auf die Ladung folgte, zeigte die Zelle fast normale Kapazität; aber in längerer Ruhe verlor sie bedeutend an Ladung. Nach der 25. Ladung zeigten die Negativen auf der Innenseite Beulen und Wülste; etwas später erschienen diese auch auf der Positiven. Salpetersäure oder salpetrige Säure wurde im Elektrolyten nicht gefunden. Zum Schluß der Versuchsreihe waren 11 % des anfänglichen Ammongehaltes verschwunden; vielleicht waren sie als Stickstoff entwichen.

3. Weinsäure. Weinsaures Ammon löst Bleisulfat[5]). Eine mit „Dar" versetzte Starterzelle arbeitete von der 10. bis zur 55. Entladung recht gut; ihre Kapazität war um rd. 5 % höher als die der Vergleichszelle; dann aber sank die Leistung. Als nach der 60. Entladung die Platten herausgehoben wurden, zerfielen die Positiven, wie Abb. 2 zeigt. Eine durch Dr.-Ing. A. Pollack ausgeführte Analyse ergab, daß aus dem Elektrolyten rd. ⅓ der Weinsäure verschwunden war. Weinsäure wird bei der Elektrolyse in schwefelsaurer Lösung an Bleianode zu Kohlenoxyd und hauptsächlich Kohlensäure verbrannt[6]).

4. Kupfersulfat. Bereits in meiner ersten Mitteilung sind meine Beobachtungen an dem kupferhaltigen „Toniolite" enthalten. Die gewöhnlich angenommene vernichtende Wirkung des Kupfers hatte sich nicht gezeigt. An einem kleinen Sammler (Varta L ¼), dessen Säure auf meine Veranlassung Dipl.-Ing. J. Sauer nach der 10. Entladung eine größere Menge Kupfersulfat zugesetzt hatte (auf metallisches Kupfer umgerechnet 7,8 g Cu im Liter), haben wir nun folgendes beobachtet: Nach der 12. Entladung waren die Negativen rötlich und zeigten auf beiden Seiten dunkle Beulen; am Boden lag viel braunroter Schlamm; nach dem Laden gaste die Zelle lange. Nach der 20. Entladung wurde die Zelle entleert, der Schlamm vom Boden entfernt und von den Platten vorsichtig abgespült; dieser Schlamm enthielt 85 % des eingeführten Kupfers. Die mit reiner Säure von der Dichte 1,24 neubeschickte Zelle zeigte bei den folgenden 7 Entladungen ungefähr die gleiche Kapazität wie eine kupferfreie Vergleichszelle. Als jedoch nach den Sommerferien die Zellen entladen wurden, da stürzte gleich nach dem Einschalten die Klemmenspannung der mit Kupfer vergifteten Zelle auf 0,03 V. Das sonst bei versagenden Bleisammlern oft erfolgreiche Heilverfahren, vorsichtig zu laden, dann zu entladen, wieder zu laden, hatte hier gar keinen Erfolg. Gegen eine Kadmiumelektrode zeigten die Negativen und die Positive des entladenen Sammlers beide das gleiche Potential + 0,7 V wie ein Kupferblech oder ein verkupfertes Bleiblech. Die Ursache des Versagens war also eine die Platten abdeckende Kupferhaut[7]).

5. Magnesiumsulfat u. dgl. Über eine etwaige Wirkung von Magnesiumsulfat, Aluminiumsulfat usw. werde ich mich im nächsten Abschnitt „Sulfatierung" äußern.

C. Über Sulfatierung.

Durch die „Sulfatierung" wird die aktive Masse des Bleisammlers übermäßig in Bleisulfat umgewandelt; dadurch wird die Leistung außerordentlich vermindert. Praktiker unterscheiden, je nachdem sich die negativen Platten mit dem Fingernagel ritzen lassen oder nicht, eine „weiche" und eine „harte" Sulfatierung. Jene ist weit leichter zu heilen[8]).

[3]) Zwischen den letzten Entladungen lagen lange Pausen, die aber von den anderen Zellen der Versuchsreihe (mit Ausnahme einer mit „Dar" versetzten Zelle) ganz gut überstanden waren.

[4]) Weitere Ladungen holten allmählich immer mehr Schwefelsäure aus den Platten heraus, so daß die Säuremenge bis auf 295 g/l stieg, entsprechend der Dichte 1,18, während die Dichte normal 1,24 betragen soll, entsprechend 400 g/l.

[5]) Ebenso auch eine starke Lösung von essigsaurem Ammon.

[6]) Dpl.-Ing. O. Selter hat in meinem Institut das Verhalten von weinsaurem Ammon und Weinsäure bei der Elektrolyse in Akkumulatorensäure näher untersucht.

[7]) Durch eingeworfene Schnitzel von Aluminium, welches Kupfer ausfällt, indem es selber in Lösung geht, konnte ich den Kupfergehalt des Elektrolyten verringern. Indem ich diesen außerdem jeweils durch reine Säure ersetzte, wurde beim Laden und Entladen weiteres Kupfer aus den Platten herausgeholt. So gelang es allmählich, die Zelle weitgehend zu entgiften und ihr die frühere Kapazität fast ganz zurückzugewinnen.

[8]) Ein altes Mittel ist: die Säure ausgießen, destilliertes Wasser einfüllen, dann mit schwachem Strom gründlich aufladen, schließlich wieder die Säure auf normale Dichte bringen.

Digitized by Google

An Sulfatierung erkranken die Bleisammler besonders dann, wenn man sie nicht rechtzeitig wieder lädt. Auch eine nichtentladene Batterie soll vorschriftsmäßig allmonatlich aufgeladen werden. Auch in der Ruhe setzt sich nämlich die aktive Masse mit der Schwefelsäure zu Bleisulfat um, wobei das metallische Blei der Negativen Wasserstoff, das Bleisuperoxyd der Positiven ozonhaltigen Sauerstoff entwickelt.

Diese Gasentwicklung habe ich durch Dipl.-Ing. J. Sauer messend verfolgen lassen. Kleine Varta-Zellen (L ¼) entwickelten nach der Ladung wochenlang täglich etwa 11 cm³ Gas, bei tieferer Raumtemperatur etwas mehr, bei höherer etwas weniger (zwischen 17 ° und 21 °). Es wurde nun die positive Platte aus der einen Zelle herausgenommen und für sich gasdicht eingebaut; sie lieferte in 14 Tagen 4 cm³ Gas. Die nur noch die Negativen enthaltende Zelle gab anfangs in 24 h fast 16 cm³, die in 40 Tagen auf 7 cm³ fielen.

Ich habe nun selber aus großen und kleinen Bleisammlern meines Institutes Proben entnommen. Z. B. ergab die Säure 1,18 aus einer älteren Zelle 200 mg/l Bleisulfat[12]). Eine zweite Probe (Säure 1,20 von 14 ° C) gab in derselben Weise 218 mg/l. Eine dritte Probe (Dichte 1,22) gab sogar 418 mg/l, fast ebensoviel die Säure aus einer Zelle, die lange Zeit geladen gestanden hatte und deren Dichte dabei auf 1,13 gesunken war. Einen noch viel höheren Bleisulfatgehalt zeigte Säure 1,125, die ich zum Formieren selbstgeschmierter Platten benutzt hatte, nämlich 824 mg/l. Im allgemeinen ist also die Säure im Bleisammler in bezug auf gröber kristallinisches Bleisulfat stark übersättigt. Nur in einem Falle, nämlich in der Säure des schon mehrfach erwähnten, an Sulfatierung zugrunde gegangenen Sammlers, fand ich 10 mg/l, also den seinerzeit von Gladstone angegebenen winzigen Wert.

Es wäre möglich, daß die Gegenwart von Magnesiumsulfat zwar nicht die Sulfatierung als solche, wohl aber die Ausbildung größerer Bleisulfatkristalle hinderte, mit anderen Worten, die „weiche Sulfatierung" begünstigte. Dem Chemiker und auch dem Metallographen ist bekannt, daß Verunreinigungen die Ausscheidung größerer Kristalle stören können[13]). Um diese Vermutung zu prüfen, habe ich künstlich Niederschläge von Bleisulfat erzeugt und mikroskopisch untersucht. Ich ließ Bleinitratlösung sehr langsam unter Umrühren in Schwefelsäure 1,2 tropfen, bis diese sich trübte[14]). Dasselbe tat ich, nachdem in dieser Säure Magnesiumsulfat oder Aluminiumsulfat gelöst war (1 Grammäquivalent auf den Liter, d. h. 28 g $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18\,H_2O$ oder 25 g $MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$). In der reinen Säure sank der Niederschlag rascher zu Boden als in der mit Magnesium- oder Aluminiumsulfat versetzten Säure. Abb. 4, 5 und 6 zeigen die dreierlei Niederschläge in 300facher Vergrößerung. Tatsächlich sind die Bleisulfatkristalle, die aus der reinen Säure gefallen sind, zum Teil wesentlich größer. Die größten Kristalle auf Abb. 4 sind 0,035 mm lang. Von einer sulfatierten Positiven her habe ich „Riesen" von 0,1 mm Länge und 0,03 mm Dicke gemessen. Je größer die Kristalle, um so widerspenstiger sind sie gegen die Rückverwandlung in Bleisuperoxyd oder Blei. Deshalb soll man ja ihr Entstehen schon durch rechtzeitiges Aufladen verhindern. Nicht selten werden aber gerade Starterbatterien sträflich schlecht behandelt, z. B. gar nicht nachgeladen, wenn der Wagen längere Zeit unbenutzt steht. Für solche Fälle kann es zweckmäßig sein, der Säure etwas Magnesiumsulfat, z. B. 20 g auf den Liter, zuzusetzen. Man verwende dann das reine Magnesiumsulfat DAB 6, von dem das Kilo nur 55 Pf kostet! Bei dauernd vorschriftsmäßig behandelten Batterien halte ich solchen Zusatz für unnötig.

Ich warne noch einmal vor den zahllosen Geheimmitteln, welche z. B. dreist behaupten, daß „Schwefelsäure der Tod der Batterie" sei, und z. B. vorschwindeln, daß „Ladung nur 15 min, statt 24 oder 48 h" erfordere oder gar „in Zukunft unnötig" sei. Der wesentlichste Bestandteil des Elektrolyten ist in Wirklichkeit bei allen genannten Geheimmitteln die Schwefelsäure. Ein Perpetuum mobile gibt's auch in der Elektrochemie nicht.

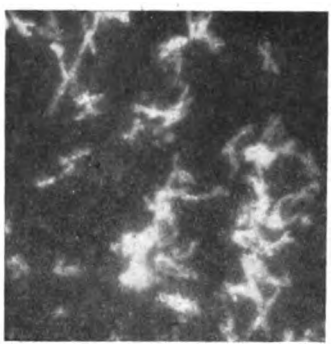


Abb. 4. Bleisulfat aus reiner Schwefelsäure gefällt (Vergr. = 300).

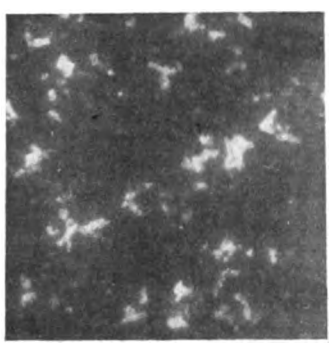


Abb. 5. Bleisulfat aus Schwefelsäure + Magnesiumsulfat (Vergr. = 300).

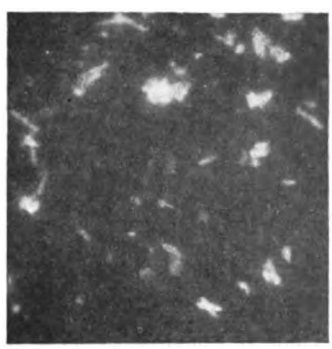


Abb. 6. Bleisulfat aus Schwefelsäure + Aluminiumsulfat (Vergr. = 300).

Vor kurzem habe ich diese Messungen wieder aufgenommen. Nach nunmehr ¾ Jahren lieferte die Zelle mit den beiden Negativen in 24 h 4,7 cm³ Gas. Als ich jetzt ihre Säure (sie besaß die Dichte 1,18 gegen ursprünglich 1,24) durch viel stärkere Säure von der Dichte 1,29 ersetzte, entwickelte sich rd. 5mal so viel Gas, nämlich täglich 19 ··· 21 cm³ bei 17 ··· 18 °[9]). Die Zelle mit der positiven Platte gab, als ich wieder mit den Messungen begann, in 5 Tagen 0,5 cm³; ihre Säure besaß die Dichte 1,23. Als ich auch hier Säure 1,29 einfüllte, bekam ich in 5 Tagen 2,0 cm³, also ebenfalls das 5fache. Die Sulfatierung wird also durch die überstarke Säure außerordentlich beschleunigt[10]).

Ich war nun neugierig, ob Zusatz von Magnesiumsulfat diese die Sulfatierung begleitende Gasentwicklung vermindern würde. Aus der die beiden Negativen enthaltenden Zelle holte ich einen Teil der Säure heraus, löste darin 6 g Magnesiumsulfat (krist.) und füllte sie wieder ein. Die nächste Messung ergab 22,4 cm³ Gas, die späteren wieder gegen 20 cm³. Das Magnesiumsulfat zeigte also keinen Einfluß.

Abb. 3 zeigt auf einer stark sulfatierten Negativen (aus der durch zu starke Säure vernichteten Zelle) die zahllosen, zum Teil verhältnismäßig großen Bleisulfatkristalle bei 60facher Vergrößerung[11]). Schon mit bloßem Auge sieht man die schimmernden Pünktchen. Auch die Trümmer der Positiven zeigen bei näherer Betrachtung die glitzernden Kriställchen.

Die großen Kristalle haben sich auf Kosten kleiner ursprünglich abgeschiedener Kristalle gebildet. Jene sind nämlich weniger löslich als diese. Man könnte hier einwenden, daß Bleisulfat in der Akkumulatorensäure unlöslich sei. Dies ist streng genommen nicht der Fall. Freilich ist nach den Literaturangaben die Löslichkeit winzig, in Schwefelsäure 1,22 nur 12 mg auf den Liter. Ich selber habe aber wesentlich größere Mengen gefunden. Schon als ich durch cand. chem. O. Reichert eine Anzahl Bestimmungen auf verschiedenen Wegen ausführen ließ, bekam er meist höhere Zahlen, im Mittel von 16 Werten 120 mg/l.

[9]) Als über Sonntag die Raumtemperatur auf 14 ° sank, fiel die Gasmenge auf 16 cm³; mit der normalen Temperatur von 18 ··· 19 ° war sie nachher wieder auf 21 cm³ gestiegen.

[10]) Rechnet man mit rd. 20 cm³ Wasserstoff in 24 h, so ergibt sich eine tägliche Umwandlung von 0,18 g Blei in Sulfat, was bei dieser kleinen Sammlersorte den täglichen Verlust von rd. 1 % der Kapazität bedeutet.

[11]) Dieses und die folgenden Mikrobilder sind mit Dunkelfeldbeleuchtung durch „Ultropak" von Leitz aufgenommen.

[12]) 50 cm³ hinterließen nach dem Abrauchen 38 mg Rückstand, wovon nach dem Waschen mit warmem Wasser noch 14 mg verblieben; hiervon wurden 10 mg durch Ammonazetat gelöst, waren also Bleisulfat. Der Rest war Eisenoxyd.

[13]) Besonders wirksam sind in dieser Hinsicht Kolloide. So läßt sich die günstige Wirkung gewisser in den Holzscheidern enthaltenen Stoffe auf die Lebensdauer der Negativen erklären.

[14]) 1 cm³ entsprach 10 mg Bleisulfat. Schon durch 0,25 cm³ trübten sich 100 ccm der Säure ein wenig; es lösten sich also unter diesen Umständen weniger als 25 mg/l.

Digitized by Google

Zeichnerische Ermittlung der Wirkungsgrad-Kennlinie aus der Kennlinie der zugeführten und abgegebenen Leistung.

Von Dr.-Ing. **Alfred Grocholski**, Wien.

Übersicht. Es wird im folgenden ein zeichnerisches Verfahren gezeigt, welches gestattet, bei Maschinen auf Grund einer aufgenommenen Kennlinie „zugeführte Leistung in Abhängigkeit der abgegebenen Leistung" den Wirkungsgrad als Funktion der abgegebenen Leistung zu ermitteln; einige Eigenschaften dieser Kennlinie werden erörtert.

1. Form der Kennlinie der zugeführten Leistung.

Bei der Untersuchung von Maschinen, z. B. verschiedener Motoren (auch anderer als elektrischer Natur) oder Transformatoren, wird u. a. oft der Zusammenhang der zugeführten Leistung N_z und der abgegebenen Leistungen N_a aufgenommen, sei es nach einem direkten oder indirekten Verfahren. Diese Kurve N_z/N_a hat bekanntlich einen Verlauf wie in Abb. 1; sie wird meist schwach nach oben gekrümmt sein und schneidet auf der Ordinatenachse die Leerlaufleistung N_{z_0} ab. Ihre Gleichung ist im allgemeinen von der Form

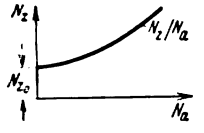


Abb. 1.

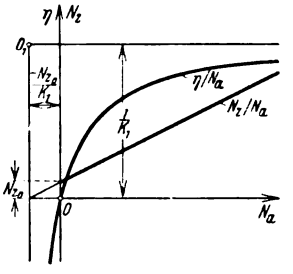


Abb. 2.

$$N_z = N_{z_0} + K_1 N_a + K_2 N_a^2 + K_3 N_a^3 + \dots \qquad (1)$$

Für einen Transformator z. B. besteht der Gesamtverlust V aus den von der Belastung unabhängigen Eisenverlusten V_{Fe} und den primären und sekundären Kupferverlusten $V_{Cu} = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2$; mit dem Übersetzungsverhältnis $\ddot{u} = I_1/I_2$ wird

$$V = V_{Fe} + I_2^2 (\ddot{u}^2 R_1 + R_2).$$

Die abgegebene Leistung ist, Einphasentransformator und induktionsfreie Last vorausgesetzt, $N_a = U_2 \cdot I_2$, und im Leerlauf ($I_2 = 0$) ist die Leerlaufleistung $N_{z_0} = V_{Fe}$, daher

$$V = N_{z_0} + \frac{N_a^2}{U_2^2} (\ddot{u}^2 R_1 + R_2) = N_{z_0} + K_2 N_a^2, \qquad (2)$$

wobei $K_2 = \frac{\ddot{u}^2 R_1 + R_2}{U_2^2}$ ist. Die zugeführte Leistung ist $N_z = N_a + V$, mit Gl. (2) also

$$N_z = N_{z_0} + N_a + K_2 N_a^2. \qquad (3)$$

Für den Transformator gilt also Gl. (1) bei $K_1 = 1$ und $K_3 = K_4 = \dots = 0$. Die Kurve N_z/N_a wird also tatsächlich nach oben gekrümmt sein.

Für kleinere Belastungen ist $V_{Cu} \ll V_{Fe}$, daher $V \approx N_{z_0}$ und

$$N_z = N_{z_0} + N_a. \qquad (4)$$

Gl. (4) ist die Gleichung einer Geraden und ist der Sonderfall von Gl. (1) für $K_1 = 1$ und $K_2 = K_3 = \dots = 0$.

Für einen Nebenschlußmotor ist mit der Netzspannung U, dem Ankerstrom I und dem Feldstrom I_m nun $N_z = (I + I_m)\, U$; mit dem mechanischen Drehmoment M_m und der Winkelgeschwindigkeit ω ist $N_a = M_m \omega$, mit dem (beim Nebenschlußmotor steten) Feld Φ ist das elektrische Drehmoment $M_{el} = K_1 \Phi I = K_2 I$. Bei dem für diese Rechnung genügend genau gültigen $M_m = M_{el}$ wird

$$N_z = U I_m + U I = U I_m + U \frac{N_a}{\omega K_2} = K_0 + K_1 N_a. \qquad (5)$$

Gl. (5) ist wieder die Gleichung einer Geraden, und zwar ein Sonderfall der Gl. (1) bei $N_{z_0} = K_0$ (durch Annahme $M_m = M_{el}$ sind die Eisen- und Reibungsverluste vernachlässigt, so daß K_0 nur die Erregerverluste enthält) und $K_2 = K_3 = \dots = 0$.

Ähnliche Erwägungen lassen sich bei anderen elektrischen und sonstigen Kraftmaschinen anstellen und führen stets zur Erkenntnis, daß Gl. (1) den allgemeinen Zusammenhang von N_z und N_a gibt; in dem im Prüffeld untersuchten Bereich, der oft Vollast nur wenig überschreitet, wird sich die Kennlinie N_z/N_a oft als Gerade ergeben.

2. Kennlinie N_z/N_a als Gerade.

Hierfür lautet Gl. (1) (s. Abb. 2)

$$N_z = N_{z_0} + K_1 N_a. \qquad (6)$$

Der Wirkungsgrad ist $\eta = N_a/N_z$, mit Gl. (6):

$$\eta = \frac{N_a}{N_{z_0} + K_1 N_a}. \qquad (7)$$

Dies ist die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel mit Asymptoten parallel zur N_z- und N_a-Achse. Die Asymptoten sind $\eta = \frac{1}{K_1}$ und $N_a = -\frac{N_{z_0}}{K_1}$; letztere muß durch den Schnittpunkt von N_z/N_a mit der N_a-Achse gehen, denn hierfür ist nach Gl. (6)

$$N_z = N_{z_0} + K_1 N_a = 0 \text{ und } N_a = -\frac{N_{z_0}}{K_1};$$

diese Asymptote ist also leicht zeichnerisch zu ermitteln (s. Abb. 2).

Um die Gleichung von η/N_a in bezug auf den Schnittpunkt O_1 der Asymptoten zu erhalten, ist $\eta + 1/K_1$ statt η und $N_a - \frac{N_{z_0}}{K_1}$ statt N_a in Gl. (7) zu setzen, woraus folgt:

$$\eta + \frac{1}{K_1} = \frac{N_a - \frac{N_{z_0}}{K_1}}{N_{z_0} + K_1 \left(N_a - \frac{N_{z_0}}{K_1}\right)} \text{ oder } \eta N_a = -\frac{N_{z_0}}{K_1^2}, \qquad (8)$$

tatsächlich die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel mit dem Mittelpunkt O_1 und den gezeichneten Asymptoten.

Von besonderem Interesse ist die Tangente an die Wirkungsgradkurve im Punkte O; die Neigung einer beliebigen Tangente an η/N_a ist mit Gl. (7)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d\eta}{dN_a} = \frac{N_{z_0} + K_1 N_a - N_a K_1}{(N_{z_0} + K_1 N_a)^2};$$

für $N_a = 0$ wird

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{1}{N_{z_0}}. \qquad (9)$$

3. Zeichnerische Ermittlung der Kennlinie η/N_a aus N_z/N_a.

Wenn N_z/N_a keine Gerade ist, sondern die durch Gl. (1) gegebene Form hat, so ist die Kennlinie η/N_a nur hyperbelähnlich. Statt den Wirkungsgrad punktweise zu berechnen, kann eine zeichnerische Konstruktion angewendet werden[1]), die den Vorteil hat, daß sie auch die Tangente im Ursprung an die Wirkungsgradkurve in einfacher Weise gibt:

Unter Berücksichtigung der Maßstäbe

$$N_a = 1\,\text{kW} \quad = a\,(\text{cm})$$
$$N_z = 1\,\text{kW} \quad = z\,(\text{cm})$$
$$\eta = 1 = 100\,\% = e\,(\text{cm})$$

[1]) An der Wiener Technischen Hochschule wird das vom Verfasser angegebene Verfahren seit 1928 angewendet. Siehe auch den Aufsatz von L. Binder, Zusammenhänge der Kennlinien für Verluste und Wirkungsgrad, Z. VDI Bd. 76, S. 494 (1932), enthaltend eine Wirkungsgradkonstruktion aus den Gesamtverlusten.

Digitized by Google

wird

$$\frac{\eta e}{x} = \frac{N_a a}{N_z z} \tag{10}$$

zeichnerisch ermittelt (Abb. 3). Wegen $\eta = N_a/N_z$ ist hieraus

$$x = \frac{e z}{a}. \tag{11}$$

Man zeichnet im Abstand x eine Gerade, die „η-Gerade". Für einen Punkt P der Kurve N_z/N_a gibt $\overline{OP}$ den Punkt A auf der η-Geraden. Aus den ähnlichen Dreiecken OPP_1 und ABO ist

$$\frac{\overline{OP_1}}{\overline{PP_1}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{BO}} \quad \text{oder} \quad \frac{N_a a}{N_z z} = \frac{\eta e}{x}$$

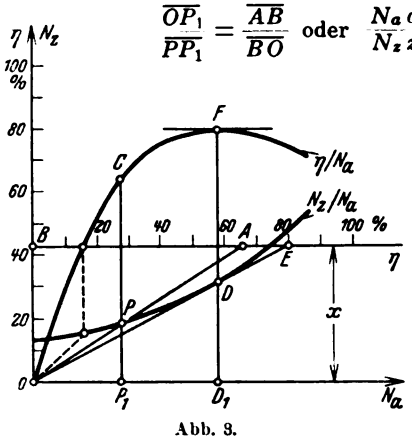


Abb. 3.

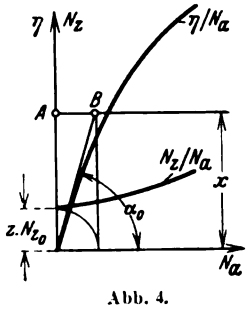


Abb. 4.

die verlangte Bedingung. $\overline{AB} = \eta \cdot e$ stellt demnach den Wirkungsgrad im gleichen Maßstab wie auf der η-Achse dar, er ist z. B. direkt in Prozent ablesbar; $\overline{AB} = \eta \cdot e$ wird von P_1 aus als $\overline{P_1 C}$ aufgetragen und gibt den zu P gehörigen Punkt C der Kennlinie η/N_a (in der Abb. 3 ist $\eta = 65\,\%$). Die Tangente an N_z/N_a von O aus gibt den maximalen Wirkungsgrad, es ist $\eta_{max} \cdot e = \overline{BE} = \overline{D_1 F}$; in F hat η/N_a daher eine waagerechte Tangente. Der Schnitt der Kennlinie η/N_a mit der η-Geraden ergibt sich für $\eta \cdot e = x$, nach Gl. (10) somit für $N_a a = N_z z$. Eine Gerade unter 45° durch O ergibt also diesen Punkt (in Abb. 3 gestrichelt).

4. Tangente im Ursprung an die Kennlinie η/N_a.

Im Prüffeld stößt oft die Aufnahme der Kennlinie N_z/N_a für kleine Werte N_a auf Schwierigkeiten; doch kann es erwünscht sein, auch in diesem Bereich den Verlauf von η/N_a zu kennen. Ein wertvolles Hilfsmittel ist die Kenntnis der Richtung der Tangente in O an η/N_a, um so mehr, als sie höchst einfach bei jeder Form der Kennlinie N_z/N_a zeichnerisch ermittelt werden kann, wenn die Leerlaufleistung N_{z_0} bekannt ist. Die Gleichung der Tangente an η/N_a lautet mit Berücksichtigung der Maßstäbe

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\mathrm{d}\eta\, e}{\mathrm{d}N_a\, a} = \frac{e}{a}\frac{\mathrm{d}\eta}{\mathrm{d}N_a};$$

für $N_a = 0$ ist $\eta = 0$, daher $\operatorname{tg}\alpha_0 = 0/0$, also nicht berechenbar.

Durch Einsetzen von $\eta = N_a/N_z$ erhält man hingegen

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{e}{a}\,\frac{N_z - N_a\dfrac{\mathrm{d}N_z}{\mathrm{d}N_a}}{N_z^2};$$

für $N_a = 0$ ist

$$\operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{e}{a}\,\frac{1}{N_{z_0}} \quad \text{oder mit} \quad \frac{e}{a} = \frac{x}{z}$$

nach Gl. (11)

$$\operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{x}{z\,N_{z_0}}. \tag{12}$$

Gl. (12) stellt die verallgemeinerte Gl. (9) mit Berücksichtigung der Maßstäbe dar. Die gesuchte Tangente erhält man (Abb. 4) nach Zeichnen der η-Geraden durch Auftragen der Leerlaufleistung $z N_{z_0}$ auf der η-Geraden als $\overline{AB}$, am einfachsten mittels des gezeichneten Kreisbogens.

Da bei Ableitung von Gl. (12) keine Voraussetzung über die Form der Kennlinie N_z/N_a gemacht wurde, gilt die angegebene Konstruktion der Tangente im Ursprung an η/N_a immer. Es braucht hierzu nur die η-Gerade im Abstand $x = \frac{e z}{a}$ gezeichnet zu werden. Wenn außerdem die Ermittlung von η/N_a erwünscht ist, kann sie einfach nach Abschnitt 3 durchgeführt werden. Ergibt sich N_z/N_a als Gerade, so ist η/N_a eine gleichseitige Hyperbel mit weiteren, in Abschnitt 2 gebrachten Eigenschaften.

Umrichter zur Kupplung eines Dreiphasennetzes von 50 Hz mit einem Einphasennetz 16⅔ Hz.

Umrichter dienen zur Kupplung von Wechselstromnetzen verschiedener Frequenzen. Die in den letzten Jahren immer höher entwickelte Technik der gittergesteuerten Entladungsgefäße erscheint durchaus befähigt, das Netzkupplungsproblem mit allerlei Vorteilen gegenüber den umlaufenden Maschinen zu lösen. In erster Linie besteht ein großes Interesse an der Verwendung der Umrichter für den Betrieb von elektrischen Bahnen, um deren 16⅔ Hz-Netze von den 50 Hz-Kraftnetzen aus speisen zu können.

Der von BBC angegebene Umrichter[1]) arbeitet in folgender Art: Das Gefäß überträgt der Steuerung entsprechend von der Drehstromseite aus eine rechteckförmige Wechselspannung. Eine in die Kathodenleitung geschaltete Drosselspule (Spannungsglätter) und ein parallel zur Einphasenseite liegender Kondensator oder Schwingungskreis (Stromglätter) arbeiten derartig zusätzlich, daß im Bahnnetz Spannung und Strom von Sinusform entstehen. Wie andere Umrichtersysteme ist der beschriebene imstande, asynchron zu fahren, er ist also nicht an das feste Frequenzverhältnis von 50 : 16⅔ Hz gebunden. Erreicht wird dieses dadurch, daß die Gittersteuerung in Abhängigkeit von beiden Netzfrequenzen gehalten wird. Die positiven Zündimpulse werden mittels Kontaktgeber den Gittern aufgedrückt. Der Antrieb der Kontaktscheiben erfolgt von Synchronmotoren. Die mechanische Steuerung ist ein Nachteil der Schaltung, da bei umlaufenden Aggregaten immer Abnutzung und Verschmutzung auftreten. Unschwer wird sich dieser Schönheitsfehler bei der Weiterentwicklung durch eine rein elektrische Steuerung, die auch trägheitslos arbeitet, beheben lassen.

Neuartig ist an dem Umrichter, daß durch ihn das Drehstromnetz völlig symmetrisch belastet werden kann. Die Leistung eines Einphasennetzes von 16⅔ Hz schwingt bekanntlich mit einer Frequenz von 33⅓ Hz um einen Mittelwert, während die Leistung eines in allen drei Phasen gleichmäßig belasteten Drehstromnetzes immer konstant ist. Ohne besondere Hilfsmittel lassen sich beide Bedingungen nicht vereinen, einphasig schwingende Leistung bei symmetrisch belastetem Drehstromnetz abzugeben. Der Strom in jeder Drehstromphase wird eine Unterwelle von 16⅔ Hz aufweisen. Dieses ist bei dem beschriebenen Umrichter vermieden, wenn die Blindleistung des Stromglätters dem Bedarf der Bahnseite angepaßt ist. Die eingebauten Glättungskreise gestalten daher den Verzerrungsfaktor sehr günstig. Nach den Angaben von BBC ist für den Kondensator eine sehr große Leistung erforderlich. Wie weit sich das auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt, ist nicht leicht zu übersehen. Selbstverständlich kann der Umrichter in beiden Richtungen Energie abgeben, sowohl vom Drehstromnetz ins Einphasennetz als auch umgekehrt. Die Blindleistung kann auf verschiedene Arten geregelt werden: 1. Die Kapazität des Stromglätters wird geregelt, 2. die rechteckige Umrichterspannung wird gegenüber dem rechteckigen Umrichterstrom von 0 bis 180° verschoben, 3. die Umrichterspannung wird später gezündet, als dem normalen Zündpunkt entspricht, wodurch der Umrichter ebenso wie ein gesteuerter Gleichrichter die Charakteristik einer Drosselspule erhält. Bei der 2. Regelungsart wird allerdings das Drehstromnetz unsymmetrisch belastet. Von Interesse sind die Ausführungen über den selbständigen Umrichter, der ohne Taktgebermaschine auf der Einphasenseite arbeitet. Die sich einstellende Frequenz hängt nur von der Induktivität und Kapazität des Kreises ab. Bei dem untersuchten Umrichter betrug die einphasenseitig abgegebene Leistung 150 kW.

O. Schl.

[1]) Brown Boveri Mitt., Baden, Bd. 21, S. 96.

Digitized by Google

Der Elektromotor im Ziegeleibetriebe.

Eine energie- und wärmewirtschaftliche Betrachtung[1]).

Der Ziegeleibetrieb arbeitet, auch während das Leitungsnetz der großen Überlandzentralen in steter Weiterentwicklung die deutsche Landschaft überspannt, vorzugsweise mit Dampfantrieb aus Sattdampf- und Heißdampf-, Ein- und Mehrzylinder, -Gegendruck- und Kondensations-Dampfkraftanlagen verschiedener Größe und Bauart, deren Dampfverbrauch 5 ··· 18 kg je $PS_i h$ beträgt, bedingt durch den Gedanken einer mehr oder weniger weit durchgeführten Abdampfverwertung zu Trocknungszwecken, ferner, weil die altbewährte Dampfmaschine den rauhen und stoßweise auftretenden Anforderungen des Ziegeleibetriebes sich am besten anpaßt. Der Kraftverbrauch in der Ziegelei, der Vergleichsmöglichkeit wegen auf ein Einheitsmaß, den Normalstein NF, bezogen, schwankt aber, abhängig von Beschaffenheit und Aufbereitungsgrad des Rohmaterials, der technischen Einrichtung und Arbeitsweise der Ziegelei, von 20 ··· 150 $PS_i h$, entsprechend 12 ··· 100 kWh je 1000 NF.

Die Abwärmeverwendungsmöglichkeit dieser Betriebe ist bei der Gegendruckmaschine durch direkte Verwendung des Abdampfes mittels Rippenrohrheizanlagen oder Kalorifer gegeben, bei der Kondensationsmaschine mittels Vakuumlufterhitzer, während die Kesselabgaswärme indirekt, durch Abgaslufterhitzer, verwendet werden kann. Sobald bei Betriebsstillstand der Kraftanlage diese Abwärmequelle versagt, tritt teurer Frischdampf an ihre Stelle, da der Trocknungsbetrieb Tag und Nacht durchläuft. — Bedingt durch die Beschaffenheit des Rohmaterials, die Art der Formgebung, den Grad der vielfach üblichen Vortrocknung des Formlings in Trocknungsanlagen mittels Wind und Sonne zur Entfernung der groben Feuchtigkeit, fällt dessen Wassergehalt und damit der Trocknungswärmebedarf verschieden hoch an. Bei einer angenommenen Wasserabgabe von 0,5 bzw. von 1 kg je Formling ergibt sich bei einem verschiedenen thermischen Wirkungsgrad der Anlagen von 50, 60 und 70 % ein Wärmebedarf von 12,8 bis 10,6 und 9,5 bzw. von 6,4 ··· 5,3 und 4,75 Mill kcal je 10 000 Formlinge NF. Dieser hohe Trocknungswärmebedarf eines vergleichsweise billigen Massengutes kann im allgemeinen nur mittels kostenloser Abwärme gedeckt werden. Auf den Gesamtkostenbetrag für Kraft und Wärme sind aber die Trocknungskosten von entscheidendem Einfluß.

Neben der Abwärmequelle aus der Kraftanlage kommt die Abwärme aus der ständig durcharbeitenden Ofenanlage zur Verwendung, die sich aus der reichlichen Kühlwärme des bei 800 ··· 1400 ° C gebrannten Ofeneinsatzes, der Leitungs- und Strahlungswärme der Ofenmasse und der Ofenabgaswärme zusammensetzt. Diese Abwärme kann in freiem Auftriebe oder zwangläufig, dem Ofen mittels Spülluft entzogen, der Trocknung zugeführt werden.

Über den Umfang der Ofenabwärme entscheiden Bauart und Betriebsweise, Garbrandtemperatur und Brennstoffverbrauch sowie Beschaffenheit und Verhalten des Ofeneinsatzes und des Trocknungsgutes. Auch ohne Erhöhung des Ofenbrennstoffverbrauchs kann der künstliche Abwärmeabzug aus der Ofenanlage nachweislich bis zu 70 % der dem Ofen zugeführten Brennstoffwärme gebracht und ein Abwärmeabzug von 3 ··· 13 Mill kcal je 10 000 NF erzwungen werden, womit der Trocknungsvorgang auch in Fällen größeren Trocknungswärmebedarfs durchgeführt werden kann.

Die Möglichkeit der Abwärmeverwertung aus der Dampfanlage, auf die Tagesbetriebsstunden beschränkt und um so reichlicher anfallend, je geringer der thermische Wirkungsgrad, je höher die Brennstoffkosten bei der Krafterzeugung, setzt voraus, daß einmal eine Abwärmeverwertung, d. h. eine Trocknungsanlage, vorhanden ist, was bei rd. 50 % aller Ziegeleibetriebe nicht zutrifft, daß die anfallende Abwärme zeitlich und mengenmäßig einigermaßen mit dem Trocknungswärmebedarf übereinstimmt; daß aber vor allem nicht etwa ein anderer kostenloser und ausreichender Abwärmespender, die ständig durcharbeitende Ofenanlage des Ziegeleibetriebes, zur Verfügung steht. Werden diese Voraussetzungen für den auf Abwärmeverwertung eingestellten Dampfbetrieb und für die so erzielbare Verbilligung der an sich hohen Kraftkosten — besonders in Sattdampfgegendruckmaschinen — nicht erfüllt, so wird eine in Beschaffung und Instandhaltung, Betriebsmittelverbrauch und Bedienung billigere, stets betriebsbereite, zeitlich und örtlich unterteilbare Antriebskraft, der Elektromotor, dem Dampfantrieb bei tragbaren Strompreisen und gesicherter Stromzufuhr überlegen sein.

Das trifft in vielen Fällen nachweislich nicht nur für die Ziegelei ohne künstliche Trocknung mit Sattdampfmaschinenantrieb, sondern auch für Betriebe mit künstlicher Trocknung zu, die bei günstiger Lage zu Kraftzentralen, großen Industrieanlagen und Grubenbetrieben von hier aus Frischdampf- oder Frischgaswärme zu günstigen Preisen beziehen und etwa fehlende Ofenabwärme so zu ergänzen vermögen. Vor allem aber gilt dies für Ziegeleien, deren Ofenabwärme für den Trocknungsvorgang allein ausreicht. Daß viele Betriebe große Abwärmemengen aus den Ofenanlagen fortlaufend ungenutzt entweichen lassen, obwohl sie diese kostenlose Abwärme zu Trocknungszwecken gut verwerten könnten, steht fest.

Aus der beigefügten Zahlentafel 1, welche versuchs- und betriebsmäßig gewonnene Ergebnisse aus Ziegeleien mit und ohne künstliche Trocknung bei reinem

Zahlentafel 1. Kostenermittlungen aus Ziegeleien mit Elektroantrieb.

I. Ofenanlagen					II. Aufbereitungsanlagen		
Beispiel Nr.	Tagesleistung der Ofen-Aufbereitungs- und Trocknungsanlage, umgerechnet auf Formlinge N F 3,5 kg	Ofenbrennstoffverbrauch je 1000 Formlinge N F umgerechnet auf „gute Kohle" H = 7500 kcal	Abwärmeentnahme aus dem Ofen je 1000 Formlinge N F	Ofenbrennstoffkosten je 1000 Formlinge N F	Kraftverbrauch je 1000 Formlinge N F	Strompreis	Kraftkosten je 1000 Formlinge N F
		kg	10^6 kcal	RM	kWh	Rpf/kWh	RM
1	24 680	104	—	3,76	22	11 [1]) 5 [2])	2,09
2	7 000	300	—	7,50	13,4	11	1,47
3	5 930	280	—	7,05	13	11	1,43
4	5 645	418	0,24	9,85	25,5	11	2,78
5	4 650	470	0,48	12,70	10	7	0,70
6	21 760	346	1,4	7,52	58	4,7	2,73
7	14 200	270	0,41	3,30	103	6	6,18
8	20 700	220	1,4	5,00	26,5	7,64 [1]) 4 [2])	2,00
9	17 000	182	0,85	3,30	16	7	1,12

	Trocknungsanlagen			Gesamtkosten für Kraft und Wärme				Summe
Beispiel Nr.	Wassergehalt der Formlinge	Täglich verdunstete Gesamt Wassermenge	Wärmeverbrauch je kg verdunstetes Wasser	Trocknungskosten (Kraft u. Wärme) je 1000 Formlinge N F	Ofenanlage	Aufbereitung	Trocknung	Gesamtkosten für Kraft u. Wärme je 1000 Formlinge N F
	kg	kg	kcal	RM	RM	RM	RM	RM
1	—	—	—	—	3,76	2,09	—	5,85
2	—	Keine künstliche Trocknung			7,50	1,47	—	8,97
3	—	—	—	—	7,05	1,43	—	8,48
4	0,3	1 700	nicht bestimmbar	1,45 [3])	9,85	2,78	1,45	14,08
5	0,25	1 625	1370	0,28 [4])	12,70	0,70	0,28	13,68
6	0,64	37 500	1260	4,61 [5])	7,52	2,73	4,61	14,86
7	1,25	17 800	1510	4,88 [5])	3,30	6,18	4,88	14,36
8	1,0	20 320	1433	1,00	5,00	2,00	1,00	8,00
9	0,6	10 200	1525	0,98	3,30	1,12	0,98	5,40

[1]) Am Tage [2]) Nachts [3]) = 13,2 kWh [4]) = 4,0 kWh [5]) Kraft und Dampf
Beispiele 4 und 5 betreffen Kammer- und Tunnelöfen, alle anderen Fälle Ringöfen mit Dauerbetrieb

[1]) W. Leder, Arch. Wärmewirtsch. Bd. 15, S. 275.

Digitized by Google

Elektroantrieb enthält, sind die Einzelheiten dieses Verfahrens, Ofenleistung, Ofenbrennstoffverbrauch und Abwärmeentnahme, Kraftpreise und Trocknungskosten, vor allem aber die sich ergebenden Gesamtkostenbeträge für Kraft und Wärme, zu ersehen. Die Zusammenstellung betrifft Betriebe ohne künstliche Trocknung — Beispiel Nr. 1, 2 und 3 —, Betriebe, die mit von außen bezogener Frischdampfwärme neben der Ofenabwärme trocknen — Beispiel Nr. 6 und 7 —, sowie Ziegeleien, die entweder den Formling durch Wind und Sonne vortrocknen, also einen Formling mit nur wenig Wasser künstlich nachtrocknen — Beispiel Nr. 4 und 5 — oder aber allein mittels Ofenabwärme auch erhebliche Trocknungsleistungen durchführen — Beispiel Nr. 8 und 9.

Diese dem Betrieb entnommenen Fälle, die ohne Zweifel noch entsprechend vervielfältigt werden können, führen ein umfangreiches, nur wenig erschlossenes Verwendungsgebiet für den Elektroantrieb vor Augen, dem Elektro- und Ziegeleifachmann gleichmäßig ihre Aufmerksamkeit zuwenden sollten. *Sb.*

Zur Messung kleiner Widerstände mittels des Kompensationsapparates.

Von Dipl.-Ing. **H. Freytag**, Berlin.

Übersicht. Es wird eine Verbesserung der Schaltung zur Messung kleiner Widerstände mit dem Kompensationsapparat beschrieben, die die bei ungenügend konstantem Eichstrom auftretenden Schwierigkeiten vermeidet.

Die Messung kleiner Widerstände mit Hilfe des Kompensationsapparates (K.-A.) durch Vergleich des vom „Eichstrom" im unbekannten Widerstand erzeugten Spannungsabfalles ΔU_x mit dem vom gleichen Strom in einem Normalwiderstand verursachten Spannungsabfall ΔU_n geschieht gewöhnlich in der Weise, daß die zu vergleichenden Spannungen beide möglichst schnell nacheinander an den „X"-Klemmen des K.-A. kompensiert wer-

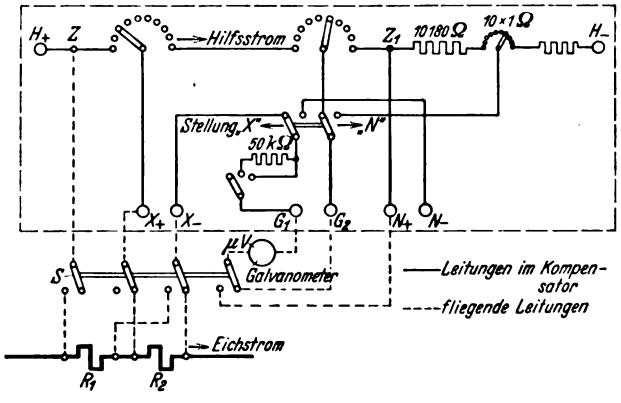


Abb. 1. Verbesserte Schaltung zum Vergleich kleiner Widerstände mittels des Raps'schen Kompensators (von S. & H.).

den[1]). Da zu jeder Abgleichung 4 (bzw. 5) Kurbeln neu eingestellt werden müssen, läßt sich der zeitliche Abstand der beiden zusammengehörigen Messungen auch bei mehrfacher Wiederholung kaum unter den Betrag von etwa 10 s herunterdrücken. Bei nicht zu kleinen Widerständen ($> 0{,}1\ \Omega$) stört diese Ungleichzeitigkeit kaum, da der Eichstrom klein sein kann und daher bei Entnahme aus einer Batterie meist ohne weiteres Zutun hinreichend konstant ist. Anders ist es bei der Messung sehr kleiner Widerstände (z. B. Nebenwiderstände), die einen großen Eichstrom erfordern, der erfahrungsgemäß schwer so konstant zu halten ist, wie es die Messung erfordert. Hier ist es oft nicht mehr zulässig, die zwischen zwei Abgleichungen eintretende Änderung des Eichstromes zu vernachlässigen, und man ist gezwungen, das wahre Verhältnis der Spannungen aus einer Reihe abwechselnder Ablesungen von ΔU_x und ΔU_n durch „Interpolation auf Gleichzeitigkeit" zu ermitteln, ein ebenso umständliches wie ungenaues Verfahren.

Beide Nachteile dieser Schaltung, die Notwendigkeit wiederholter Verstellung mehrerer Kurbeln und den Ungleichzeitigkeitsfehler, vermeidet die in Abb. 1 dargestellte Schaltung, der der Rapssche K.-A. in der Ausführung von S. & H. zugrunde gelegt ist. (Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind von den 5 Kurbeln des K.-A. nur 2 gezeichnet.) Hinsichtlich des Aufwandes an Hilfsmitteln unterscheidet sich die hier beschriebene Schaltung von der üblichen nur dadurch, daß statt eines zweipoligen ein vierpoliger Umschalter erforderlich ist. In der linken Stellung des vierpoligen Umschalters S wird der Spannungsabfall des Widerstandes R_1 mit der vom Hilfstrom erzeugten Spannung zwischen den Punkten Z und Z_1 des K.-A. verglichen. Der Widerstand zwischen diesen beiden Punkten beträgt unabhängig von der Stellung der Kurbeln 11 000 Ω. Abgeglichen wird durch Regelung des Hilfsstromes, also ähnlich wie bei der regelrechten Abgleichung auf die Spannung des Normalelementes. In der rechten Stellung des Umschalters S dagegen ist R_2 an die „X"-Klemmen angeschlossen; sein Spannungsabfall wird in der üblichen Weise durch Einstellen der Kurbeln kompensiert. Bei der Wiederholung der R_1-Abgleichung bleiben die Kurbeln unverändert stehen, nur der Hilfsstrom wird entsprechend der Änderung des Eichstromes nachgeregelt. Bei der Wiederholung der R_2-Abgleichung wird in den meisten Fällen nur noch eine Verstellung der Kurbel der letzten Dezimale notwendig sein. Schon bei der zweiten oder dritten Wiederholung werden die beiden Abgleichungen in so schneller Folge geprüft und nachgebessert werden können, daß man die Ablesungen als praktisch gleichzeitig betrachten darf. Der gesuchte Widerstandswert ergibt sich dann aus der Kurbelstellung α (ausgedrückt in Ohm des K.-A.) nach der Proportion $R_1 : R_2 = 11\,000 : \alpha$. Zu bemerken ist noch, daß stets der größere der beiden zu vergleichenden Widerstände die Stelle von R_1 einnehmen muß und daß der im K.-A. eingebaute (zweipolige) Umschalter bei allen Abgleichungen in der Stellung „X" stehen muß.

[1]) Vgl. z. B. Arch. techn. Messen V 3511—1, Abschn. 2.

Elektrische Wagenzubringevorrichtung für Füllörter.

Auf einer oberschlesischen Grube ist eine Kettenbahn unter Tage durch eine Wagenstoßvorrichtung besonderer Bauart ersetzt worden[1]). Die Vorrichtung, mit der die vom Endpunkt einer Seilbahn anrollenden Wagen nach dem Füllort vorgeschoben werden, besitzt eine Länge von 35 m und besteht aus einem an dem Streckenstoß befestigten Führungsrahmen aus U-Eisen mit zwei Fahrbahnen, in denen sich zwei von einem Seil ohne Ende gezogene Mitnehmerschlitten in entgegengesetzter Richtung bewegen. An jedem Mitnehmerschlitten ist ein Sporn angebracht, der an der Stirnwand der Förderwagen angreift und diese nach dem Füllort vorschiebt. Beim Rückgang der Mitnehmerschlitten legt sich der Sporn um, damit die Bewegung der vorgestoßenen Förderwagen durch den zurücklaufenden Mitnehmerschlitten nicht behindert wird. Die Bewegung der Mitnehmerschlitten, die am Ende der Bahn ihre Fahrtrichtung wechseln, wird durch Endkontakte gesteuert. Der Antrieb des Mitnehmerseiles geschieht durch eine Parabol-Treibscheibe, die über ein Schneckengetriebe mit einem Drehstrom-Kurzschlußmotor gekuppelt ist. Zur Schonung von Antrieb und Seil ist der Motor durch pneumatisch verzögerte Wendeschützen gesteuert, die bei einem Wechsel der Drehrichtung den Strom erst dann wieder einschalten, wenn die Treibscheibe zum Stillstand gekommen ist. Das Ein- und Ausschalten der Maschine sowie eine beabsichtigte Umsteuerung der Mitnehmerschlitten wird durch Druckknöpfe bewerkstelligt, die auf einem Schaltbrett vereinigt sind. Auf diesem sind außerdem noch Signallampen angebracht, die die jeweilige Schaltstellung der Schützen anzeigen. Die Vorrichtung hat bisher störungsfrei gearbeitet, und die vorgesehene Leistung von 2500 Förderwagen in der achtstündigen Schicht wurde erreicht. *Sgm.*

[1]) Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 81, S. 37.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Außenaufnahme beim Kathodenstrahl-Oszillographen. — Nach einer Übersicht über die früheren Ausführungen und Leistungen der Aufzeichnung von Kathodenstrahl-Oszillogrammen außerhalb des Vakuums werden Lenard-Aufnahme und Leuchtschirm-Kontaktaufnahme zu technischer Verwendbarkeit bis zu etwa 5000 km/s Schreibgeschwindigkeit entwickelt. Bei beiden Verfahren wird die photographische Platte oder das Papier von außen gegen ein ebenes Fenster gelegt und durch die die Lenard-Folie durchdringenden Elektronen bzw. durch das Licht geschwärzt, welches von der innen auf dem durchsichtigen Schirm angebrachten Leuchtmasse ausgeht. Als Lenard-Folie erweist sich besonders geeignet Zellon oder Zellophan von etwa 12 μ Stärke, welches bei 70 kV Elektronengeschwindigkeit ungefähr 55 % der auftretenden Strahlung durchläßt. Als Leuchtschirmfolie wurde Zelluloid von 125 μ Stärke verwendet, als beste Leuchtmasse wurde Schleedesches Zn S—Ag ermittelt. Die günstigste Belegungstärke des Leuchtschirms erweist sich als eine Funktion der Elektronengeschwindigkeit. Bei beiden Aufnahmeverfahren wird der auf dem Fenster lastende Luftdruck abgestützt durch ein Gitter aus hochkant gestellten Stahlstäben von 0,2 mm Stärke, welche kaum Schatten ergeben, da sie in der Einfallsrichtung der Elektronen schräggestellt sind. Die Fenster sind unter Belastung völlig eben.

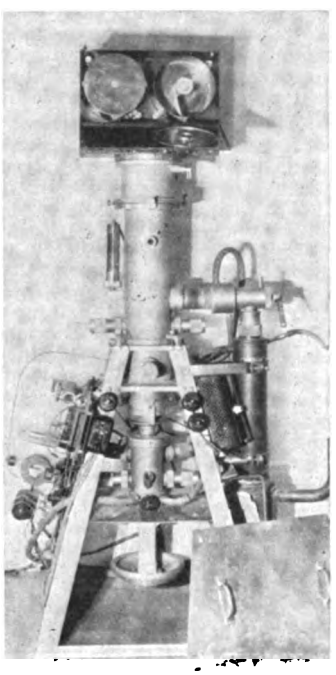


Abb. 1. Kathodenstrahl-Oszillograph für Außenaufnahme.

Von den in Betracht kommenden handelsüblichen Emulsionen erweisen sich als die günstigsten die Agfa-Isochromplatte, die Herzog-Ortho-Isoduxplatte und das Oszilloxpapier. Die Schwärzungskurven für Isochromfilm werden für Schwärzung durch Elektronen und durch elektronenerregte Fluoreszenz im Spannungsbereich von 10 bis 75 kV und im Schwärzungsbereich von 0,02 ··· 1 aufgenommen. Hieraus wird ein quantitativer Vergleich der Aufnahmeverfahren ermöglicht; bei hohen Elektronengeschwindigkeiten ist Lenard-Aufnahme, bei niedrigen Leuchtschirm-Kontaktaufnahme günstiger. Mit Außenaufnahme kann man mindestens die Hälfte der bei Innenaufnahme erreichbaren Schreibgeschwindigkeit erzielen. Die Verbreiterung des Strichs ist bei beiden Verfahren praktisch unwesentlich. Die Außenaufnahme ist daher für alle Fälle, wo es nicht auf extreme Strichschärfe ankommt, einfacher, billiger und leichter zu handhaben. Ein für Außenaufnahme besonders geeigneter Kathodenstrahl-Oszillograph (Abb. 1) wird beschrieben, bei dem als Neuerung der Elektronenstrahl aufwärts gerichtet ist. Das Bildformat beträgt 9 · 12 cm. (B. v. Borries, Dr.-Dissertation T. H. Berlin 1932.) *Sb.*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Die Grundlagen für den Entwurf elektrischer Versorgungsnetze. — Die Buffalo-, Niagara- und Eastern-Elektrizitätswerke haben anläßlich einer Änderung in der Stromversorgung der Stadt Buffalo grundsätzliche Untersuchungen über den Entwurf von elektrischen Versorgungsnetzen angestellt. Ein Teil der Stadt Buffalo, die aus dem Niagara-Kraftwerk mit Drehstrom von 25 Hz versorgt wird, sollte hiervon abgetrennt und dafür aus einem neu erbauten Dampfkraftwerk mit Drehstrom von 60 Hz beliefert werden. Das in Frage stehende Versorgungsgebiet hat eine Gesamtbelastung von ungefähr 100 MW; das Dampfkraftwerk ist vom Belastungsschwerpunkt etwa 13 km, vom nächsten und weitesten Unterwerk etwa 6,5 bzw. 26 km entfernt. Bei der Planung wurden folgende Hauptfragen eingehend untersucht: 1. Speisung der Abspannwerke, entweder sämtliche direkt vom Kraftwerk oder teilweise indirekt von einer Hauptübergabestelle am anderen Stadtende mit Anschluß derselben an das Kraftwerk mittels einer 32 km langen Umgehungsfreileitung; 2. Größe der Abspannwerke, entweder wenige Großabspannwerke oder zahlreiche Kleinabspannwerke mit entsprechend großen bzw. kleinen Verteilungsnetzen; 3. Art der Verteilungsnetze, entweder Strahlen- oder Maschennetze.

Man entschied sich für folgendes Versorgungssystem: Sämtliche Abspannwerke werden vom Kraftwerk direkt über 22 kV-Kabel gespeist. Die Abspannwerke werden durchweg als Kleinabspannwerke und ihre Verteilungsnetze (4 bzw. 2,3 kV) als Strahlennetze ausgeführt. Als wesentliche Gründe hierfür werden folgende angegeben:

Die Umgehungsleitung mit den zusätzlich notwendigen Auf- und Abspannwerken hätte höhere Kosten erfordert als ein 22 kV-Kabelnetz zur direkten Speisung der Stadtabspannwerke aus dem Kraftwerk. Die weitestgehend dezentralisierte Umspannung in Kleinabspannwerken bietet trotz höherer Transformatorkosten je kVA der kleinen Einheiten erhebliche technische und wirtschaftliche Vorteile, z. B. große Betriebssicherheit bei kleinen Reservekosten, günstigen Ausnutzungsfaktor, bequeme vollselbsttätige Betriebsführung und billige Bauweise durch einfache Spannungshaltung (Sammelschienenregelung infolge kleiner Verteilungsnetze mit kurzen Kabeln statt Regelung jedes einzelnen Kabels), durch Verringerung der Kurzschlußleistung (kleine Schalter, Vermeidung von Drosselspulen) und Fortfall von 22 kV-Schaltanlagen sowie durch Verwendung von selbstkühlenden Einheitstransformatoren und genormten Schaltanlagenteilen in gekapselter Ausführung. Die Überlegenheit der strahlenförmigen Verteilungsnetze gegenüber vermaschten wird bei praktisch gleicher Betriebssicherheit gekennzeichnet durch niedrigere Anlagekosten infolge besserer Ausnutzung des Netzes insbesondere bei ungleichförmiger Belastungsdichte (Grünflächen, Flüsse und Eisenbahnen), infolge sehr viel kleinerer Gesamtlänge der zu verlegenden Kabel, geringerer Zahl von Abspannwerken und Schaltstellen und infolge sehr einfacher Schutzeinrichtungen sowie durch betriebliche Vorteile, wie weitgehende Beherrschung der Lastverteilung (Umschalten von Kabeln), d. h. guten Lastausgleich für die 22 kV-Kabel und bessere Anpassungsfähigkeit an die zukünftige Lastentwicklung.

Das Versorgungsnetz von Buffalo[1]) umfaßt 26 gleiche Kleinabspannwerke. Jedes Abspannwerk hat im ersten Ausbau 3, im Endausbau 5 Transformatoren zu je 2500 kVA, von denen jeder über ein anderes 22 kV-Kabel gespeist wird; jedes 22 kV-Kabel speist insgesamt 4 Transformatoren in durchweg verschiedenen Abspannwerken. Die Transformatoren sind oberspannungsseitig ohne Sammelschienen über Öltrennschalter direkt an die 22 kV-Kabel angeschlossen und unterspannungsseitig über selbsttätig gesteuerte Regelglieder auf eine in gleiche Zahl von Gruppen unterteilte Hauptsammelschiene geschaltet, neben der noch eine durchgehende Hilfssammelschiene vorhanden ist. Jede Transformatorgruppe wird durch richtungsempfindliche Überstromrelais geschützt. (J. A. Johnson und R. T. Henry, Electr. Engng. Bd. 52, S. 831.) *E. Schu.*

Elektromaschinenbau.

Rechnen mit symmetrischen Komponenten bei Synchronmaschinen. — Bei der Synchronmaschine mit ausgeprägten Polen entstehen infolge der vielfachen Unsymmetrien im Läufer (Pollücken, unvollkommener Dämpferkäfig, einachsige Erregerwicklung) erhebliche rechnerische Schwierigkeiten bei der Ermittlung der cha-

[1]) Henry, Electr. Wld. N.Y., Bd. 48, S. 144 (1931).

Digitized by Google

rakteristischen Werte für den Selbstanlauf (Drehmoment, Anlaufströme im Ständer und Läufer). Das Rechnen mit symmetrischen Komponenten ermöglicht nun, bei Vernachlässigung der Oberwellen der Felder und Strombeläge alle Unsymmetrien auf nur zwei Drehfeldsysteme, ein mitläufiges und ein gegenläufiges, zurückzuführen. Für jedes der beiden Systeme gelten dann die einfachen Grundgleichungen der symmetrischen Asynchronmaschine. Die Zerlegung der Unsymmetrien in ihre symmetrischen

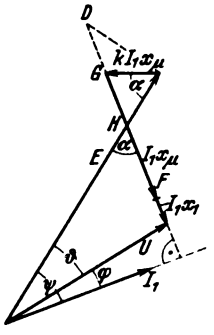


Abb. 2.

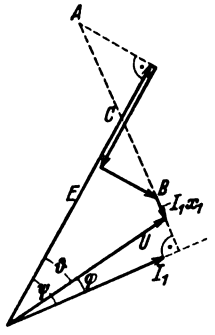


Abb. 3.

Abb. 2 und 3. Vektordiagramm der Synchronmaschine mit ausgeprägten Polen nach der Zerlegung in symmetrische Komponenten und nach der Längs- und Querfeldzerlegung.

Komponenten hat den großen Vorteil, daß der Einfluß der einzelnen Unsymmetrien klar erkennbar wird, wenn man schrittweise die Unsymmetrien in der Rechnung vernachlässigt. Auch ermöglicht diese Rechnungsart eine genaue Ermittlung der Strombelastung der einzelnen Stäbe der Dämpferwicklung beim Anlauf, was bisher nach den üblichen Rechnungen mit den fiktiven Annahmen einer Längs- und Querwicklung nicht möglich war und bei schweren Anlaufverhältnissen große Unsicherheiten für die richtige Bemessung der Dämpferstäbe verursachte. Die Grundgleichungen der beiden Systeme führen beim Übergang auf synchronen Betrieb ($\sigma_2 = 0$) auf den für Synchronmaschinen mit ausgeprägten Polen charakteristischen Betrieb als Reaktionsmaschine. Kommt noch die Gleichstromerregung hinzu, dann erhält man das Vektordiagramm der Synchronmaschine mit ausgeprägten Polen (Abb. 2). Es ist, wie der Vergleich mit dem bekannten Vektordiagramm nach der Längs- und Querfeldzerlegung zeigt (Abb. 3), mit diesem vollkommen gleichwertig. Während man bei der Längs- und Querfeldtheorie die Ankerreaktanz in die Längs- und Querfeldkomponenten zerlegt (siehe Abb. 3: $\overline{AB} = E_L$ bzw. $\overline{CB} = E_q$), wird bei der Rechnung mit symmetrischen Komponenten die Ankerreaktanz in die mitläufige Komponente $x\,\mu$ und die gegenläufige Komponente $k\,x\,\mu$ zerlegt (Abb. 2), die gegenüber dem Polradvektor E um den Winkel α vor bzw. zurückliegen. Für $\alpha = 0$ tritt die Längsfeldreaktanz in voller Größe hervor, sie ist dann $E_L = (1 + k)\,x\,\mu\,I_1 = \overline{DF} = \overline{AB}$. Für $\alpha = 90°$ tritt die Querfeldreaktanz in voller Größe hervor $E_q = (1 - k)\,x\,\mu\,I_1 = \overline{HF} = \overline{CB}$

$$\frac{E_q}{E_L} = \frac{1-k}{1+k}$$

Für Sinusfeldpole ist $k = 1/3$, daher $E_q/E_L = 0{,}5$.

Für Rechteckfeldpole ist $k = \dfrac{\sin\frac{b}{\tau}\pi}{\frac{b}{\tau}\pi}$, daher

$$\frac{E_q}{E_L} = \frac{\frac{b}{\tau}\pi - \sin\frac{b}{\tau}\pi}{\frac{b}{\tau}\pi + \sin\frac{b}{\tau}\pi}$$

z. B. für $b/\tau = 0{,}75$ ist $E_q/E_L = 0{,}537$.

Zur Ermittlung der charakteristischen Werte, wie Kippmoment, synchronisierendes Moment, Reaktionsdrehmoment ist nur die Kenntnis von Leerlauf- und Nennlastkurzschlußverhältnis, Ständerstreuung, die Vorbelastung und die Polbedeckung erforderlich. (J. Tittel, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 9, S. 535.)

Apparate und Stromrichter.

Druckschalter mit Motorschutz[1]). — In Hauswasser-Versorgungsanlagen werden die Pumpenmotoren selbsttätig von Druckschaltern in Abhängigkeit vom Druck ein- und ausgeschaltet. Da diese Motoren oft monatelang ohne jede Wartung und Aufsicht arbeiten, müssen in diese Anlagen betriebsichere Motorschutzschalter eingebaut werden. Die Abb. 4 zeigt einen Druckschalter (Druckregler) im Zusammenbau mit Motorschutz in 3 Phasen nach dem Bimetallsystem. Dieser Schalter vereinigt in einem Gerät den Handschalter zum Ein- und Ausschalten der Gesamtanlage, den Druckschalter zum selbsttätigen Ein- und Ausschalten des Motors in Abhängigkeit vom Druck, den Motorschutz zum Schutz des Motors vor Überlastung und die Freiauslösung zur Verhinderung der Wiedereinschaltung des Motors, bevor eine genügende Abkühlung der Motorwick-

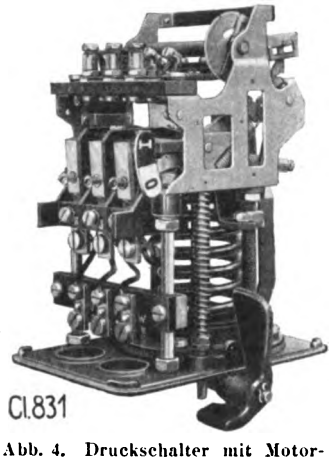
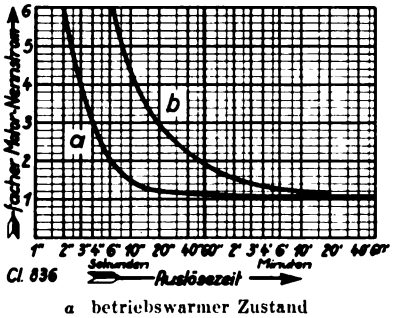
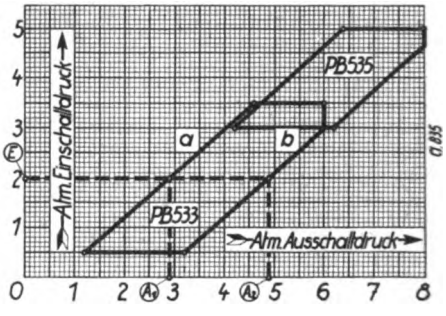


Abb. 4. Druckschalter mit Motorschutz (Schutzkappe abgenommen).



a betriebswarmer Zustand
b kalter „

Abb. 5. Auslösecharakteristik des Motorschutzes; Abschaltzeit bei 20° C Raumtemperatur.



Beispiel: Einschaltdruck $E = 2$ at
kleinster Ausschaltdruck $A_1 = 2{,}9$ at
größter „ $A_2 = 4{,}9$ at

Abb. 6 Einstellwerk für die Druckgrenzen.

lung stattgefunden hat. Die Einstellung der Auslösestromstärken kann im Bereich von 1 : 2 durch Verstellen der Einstellscheibe erfolgen. Die thermische Auslösung ist den Erwärmungsverhältnissen des Motors genau angepaßt. Die Auslösezeiten (Abb. 5) sind für Gleich- und Wechselstrom jeder Spannung gleich. Ebenfalls sind Aus- und Einschaltdruck in weiten Grenzen einstellbar (Abb. 6). Die Schutzkappe kann an Ort und Stelle plombiert werden, damit nach richtiger Einstellung und Inbetriebnahme von unberufener Hand keine Veränderung der Druck- und Einstellgrenzen mehr vorgenommen werden kann. *f*

Elektrowärme.

Ein elektrischer Lötofen. — Durch die Zeitschrift des Schwedischen Exportvereins wurde ein elektrischer Lötofen der Allgemeinen Schwedischen Elektrizitätsgesell-

[1]) DRP 357233 und DRGM der „Rheostat", Specialfabrik elektr Apparate Edmund Kussi G.m.b.H., Dresden-N 23.

Digitized by Google

schaft bekannt, der sich für Lötungen als zweckdienlich und zeitersparend erwiesen hat. Es sei dazu bemerkt, daß dieser Ofen für deutsche Verhältnisse nichts Neues bietet, da es auch bei uns derartige elektrische Öfen gibt, die den Nachweis ihrer erfolgreichen Verwendbarkeit bereits gebracht haben. So wird z. B. von der AEG ein elektrisch geheizter Einkammerofen gebaut, der für Lötzwecke, dann aber auch für die Vergütung von Eisen und Stahl, zum Einbrennen von Farben und Glasur auf Glas oder Porzellan u. a. m. verwendet werden kann. Dieser Ofen läßt Temperaturen bis zu 950 °, gegebenenfalls sogar bis zu 1100 ° zu. Die Heizwiderstände aus Chromnickeldraht sind zu kernlosen Schrauben gewickelt, die gleichmäßig am Boden, an der Decke und an den beiden Seiten des Nutzraumes verteilt sind. Die Deckenwendel liegen völlig frei und strahlen ihre Wärme auf das Lötgut aus. Die Seitenwendel liegen in den Nischen der Schamotteausmauerung und sind in ihrer Wärmeabgabe ebenfalls nicht behindert. Die Bodenwendel sind mit einer festen Platte aus Sonderguß bedeckt, damit vom Erwärmungsgut abplatzender Zunder oder sonstige Verunreinigungen nicht auf sie fallen können. Der den Glühraum umschließende und die Heizung tragende Schamottekörper ist von einer Schicht wärmeisolierenden Stoffes umgeben. Die gewünschte Temperatur wird durch einen Wärmeregler eingestellt und von diesem ständig eingehalten. Der temperaturgesteuerte Schalter schaltet hierbei nach Überschreitung der Grenztemperatur um wenige Grade den Ofen vom Netz ab oder legt ihn bei Unterschreitung im gleichen Maß mit dem vollen Anschlußwert wieder an das Netz. Für Handwerk und Kleingewerbe sind verschiedene Größen dieser elektrischen Lötöfen geschaffen worden, die für Heizräume von 6,12 ··· 38,5 dm^3 mit Anschlußwerten von 3,5 ··· 15 kW ausgelegt sind. Die genaue Regelbarkeit der Widerstandsöfen gewährleistet eine genaue Einhaltung der gewünschten Temperatur. Der Ofenbetrieb ist unabhängig von der Aufsicht durch die Bedienung und gestaltet sich sauber und gefahrlos. Die Lebensdauer dieser Öfen ist groß, da keine Stichflammen und Gase das Mauerwerk angreifen oder zerstören. *Kp.*

Das Fassungsvermögen elektrischer Schmelzöfen. — Die Entscheidung über den Inhalt eines elektrischen Schmelzofens ist von wirtschaftlicher Tragweite für das Unternehmen. Sie wird sich nach dem verfügbaren Strom (aus Wasserkraft oder Hochofengas oder Wärmekraft) und nach dem Absatz an Stahl zu richten haben. Die Tageserzeugung wird bei einem großen Ofen mit nur wenigen Abstichen größer sein als bei einem kleinen Ofen mit mehr Abstichen. Mit einer Leistung von z. B. 1200 kVA kann man aus einem 2 t-Ofen täglich 8 Abstiche zu 2 t, also 16 t, herausholen, aus einem 3 t-Ofen 6 Abstiche zu 3 t, also 18 t, und aus einem 5 t-Ofen 4,5 Abstiche zu 5 t gleich 22,5 t. Es besteht demnach ein Vorteil, eher einen 5 t-Ofen aufzustellen als einen kleineren, zumal die elektrische Ausrüstung, der Transformator und der Regler, keinen beachtlichen Preisunterschied aufweisen. In metallurgischer Hinsicht bedarf jedoch die Frage des Ofeninhaltes noch einer Klärung. Zu beachten ist, daß bei einem zu starken Lichtbogen der Wärmefluß von den unmittelbar den Elektroden benachbarten Teilen des Schmelzgutes zu den weiter abgelegenen kalten Teilen einen beträchtlichen Temperaturunterschied hervorruft. Unter diesen Bedingungen kann man die weiter abgelegenen Teile nur dadurch schmelzen, daß man gleichzeitig eine Überhitzung, die ziemlich beträchtlich sein kann, des Bades bei den Elektroden mit in Kauf nimmt. Es hat sich nun gezeigt, daß ein derartiger, in Gegenwart von Oxyd überhitzter Stahl weniger gute mechanische Eigenschaften besitzt. Die Ergebnisse des praktischen Betriebes besagen, daß für jeden Ofeninhalt unter Berücksichtigung des Elektrodenquerschnittes und des Abstandes der Elektroden von den am weitesten entfernten Teilen des Einsatzes eine höchstmögliche Leistungsfähigkeit besteht, die man am Schluß der oxydierenden Schmelzung nicht übersteigen darf, da sonst die Eigenschaften des Stahles eine Beeinträchtigung erfahren müssen. Daraus ergibt sich auch die Notwendigkeit, die Kraft am Schluß der Schmelzzeit auf einen ziemlich niedrigen Wert zu vermindern, damit eine örtliche Überhitzung des Stahlbades vermieden wird. Der Bau großer Öfen ist seitens des Konstrukteurs leicht zu lösen, der Stahlwerker wird nur gezwungen sein, die Kraft und Spannung im Verlauf der Schmelzzeit nach einem genauen Plan einzustellen und weiter die Erzeugung des Ofens zu verkleinern, wenn besonders hochwertige Stähle erzeugt werden sollen. Will man einen Ofen von großem Inhalt auch für die Erzeugung hochwertiger Stähle betreiben, so ist es notwendig, die Zahl der Elektroden zu erhöhen. (Chaleur et Ind. Bd. 15, S. 1299.) *Kp.*

Installation.

Einheitliche Zählerinstallation. — In V. S. Amerika hat man bisher wenig Wert auf die Einheitlichkeit der Zählerinstallation gelegt, eher war deren Mannigfaltigkeit bemerkenswert. Für Freiluftanordnung wurden oft gekapselte Ausführungen verwendet. Aus diesen sind neuerdings einige sehr beachtliche Konstruktionen entwickelt worden, die zugleich eine weitgehende Vereinheitlichung anstreben. Der Bericht befaßt sich ausführlich mit den Forderungen, die von seiten der Zählerabteilungen der Elektrizitätswerke an solche Einrichtungen gestellt werden müssen. Schließlich werden die beiden grundsätzlichen Formen beschrieben, die von den amerikanischen Zählerfirmen entwickelt worden sind. Die Ausführung der Westinghouse besteht aus einem büchsenförmigen Sockel, in dem Doppelfederkontakte angebracht sind, an die die in Rohren in den Sockel einmündenden Leitungen angeschlossen werden. Der Boden des Zählers hat entsprechende messerförmige Kontakte, die in die Federkontakte des Sockels eingesetzt werden. Nach dem Aufsetzen wird der Zählerboden mit dem Installationssockel durch einen plombierbaren Verschlußring dicht verbunden. Wenn der Zähler entfernt ist, kann der Sockel durch eine Platte abgedichtet werden. Die gemeinsame Ausführung der General Electric, der Duncan und Sangamo besteht aus einer Kapsel, in der normale Büchsenklemmen angeordnet sind, die mit den Büchsenklemmen des an- oder aufgesetzten Zählers durch Drähte verbunden werden. Nach außen wird auch hier vollkommener Abschluß des Zählers und der Verbindungen erreicht. Ob die neuen Installationsverfahren schon in großen Mengen eingeführt worden sind, ist nicht angegeben. Die neueren Zähler sind aber so konstruiert, daß der Umbau für die einheitliche Installation möglich ist. Die Konstruktionen beziehen sich nur auf Einphasenzähler. Von den nach der Statistik installierten 24 Mill Wattstunden-Zählern sollen 11 Mill noch den heutigen Anforderungen an Ausführung und Meßgenauigkeit entsprechen und umbaufähig sein. Der in V. S. Amerika beschrittene Weg ist verschieden von dem in Deutschland beschrittenen. Hier sind Zählertafeln und Hauben zu einer großen Vollkommenheit entwickelt, so daß sie sich allen neuen und alten Zählerformen anpassen lassen. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 102, S. 852.) *Schm.*

Installation und Beleuchtung einer großen Brücke. — A. Westbrook veröffentlicht einige Einzelheiten über die Installation der George-Washington-Brücke, welche New York mit New Jersey verbindet. Die Energieversorgung erfolgt von den beiden Brückenseiten durch zwei voneinander unabhängige Hochspannungs-Drehstrom-Verteilungsnetze von 4160 V. In den einzelnen Brückenpfeilern befinden sich Transformatorenstationen; die beiden voneinander unabhängigen Niederspannungsnetze sind über die ganze Brücke in ihrer vollen Länge durchgeführt. Die Beleuchtungskörper werden wechselweise an die beiden Netze angeschlossen, so daß beim Fortfall einer der beiden Stromquellen noch immer die Hälfte der Anlage in Betrieb bleibt. Die Beleuchtung selbst zerfällt in 3 Gruppen, die allgemeine (Straßen-) Beleuchtung, die Fliegerhindernisbeleuchtung und die Schiffahrtsleuchten unter der Brücke. Während die beiden letzten Beleuchtungssysteme in bekannter Weise durch entsprechende Schaltapparate betätigt werden, hält man das Netz für die allgemeine Beleuchtung dauernd unter Spannung und schaltet die Straßenlampen durch fernbetätigte Relais, die in den Beleuchtungskörpern selbst untergebracht sind, ein. Hierdurch wird es möglich, jederzeit, ohne daß besondere Stromkreisleitungen vorhanden sind, an das Verteilungsnetz der Straßenlampen elektrische Werkzeuge, Leuchtschilder und dergleichen anzuschließen. Die Leitungsverlegung erfolgte ausschließlich in Spezialgummileitung, und zwar durchweg in Stahlrohren unter den seitlichen Gehbahnen. Da die Brücke in sich selbst sehr beweglich ist, wurde ein neuartiges Verlegungsystem gewählt, bei dem die Stahlrohrstränge in Längen von etwa 100 m an einer beweglichen Eisenkonstruktion aufgehängt und die freiliegenden Kabelenden zwischen den einzelnen Rohrpaketen so lang bemessen wurden, daß selbst die größten auftretenden Bewegungen der Brücke und der Rohrpakete keine Zerrung im elektrischen Leitungsmaterial herbeiführen können. Über die einzelnen Gummikabel sind an den Rohrenden besonders konstruierte Tüllen gestreift, die die Leitungsstränge innerhalb der Rohre festhalten und außerdem dafür sorgen, daß an den Rohrenden kein Durchknicken der Leitungen auftritt. Diese Anordnung soll sich sehr gut bewährt haben. (F. A. Westbrook, Electr. Wld., N. Y., Bd. 104, S. 44.) *Hfl.*

Digitized by Google

Bahnen und Fahrzeuge.

8600 kVA - Frequenzumformergruppe mit Schlupfreglung im Unterwerk Seebach der Schweizerischen Bundesbahnen. — Der seit Anfang 1932 in Betrieb stehende Maschinensatz dient zur Unterstützung der bahneigenen Kraftwerke (Ritom, Amsteg, Barberine, Vernayaz); er verbindet das Bahnnetz mit dem 50 Hz-44 kV-Drehstromnetz der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG. Er besteht aus einer 12poligen asynchronen Drehstrommaschine für 8 kV Spannung bei 50 Hz ± 1 %, Leistung als Motor 6700 kW bei $\cos\varphi = 1$, als Generator 8600 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}7$ übererregt, als Phasenschieber 7000 kVA bei $\cos\varphi = 0$ über- oder untererregt; sowie einer 4poligen Einphasensynchronmaschine für 10 kV Spannung bei 16⅔ Hz ± 3 %, Leistung als Generator 8600 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}7$ übererregt, als Motor 6700 kW bei $\cos\varphi = 1$, als Phasenschieber 7200 kVA bei $\cos\varphi = 0$ übererregt und 4000 kVA untererregt; beide Maschinen verbunden durch eine im Stillstand lösbare Bolzenkupplung. Anschließend auf der Drehstromseite eine Kommutator-Erregermaschine nach Scherbius für 1750 A Anker- und 230 A Feldstrom, ferner ein kleiner ankererregter Frequenzumformer, der seinerseits die Ständererregung für einen fremdangetriebenen Hilfserregersatz liefert. Auf der Einphasenseite ein Drehstrom-Anwurfmotor sowie Gleichstromhaupt- und Hilfserreger. Die Drehzahl beträgt 500 ± 3 %. Der ganze Maschinensatz hat 15 m Länge, 6 wassergekühlte Ringschmierlager, davon die 2 der Einphasenmaschine mit Druckölentlastung.

Die Schlupfregelung erfolgt in bekannter Weise. Eine mittels Doppeldrehtransformators nach Größe und Phase einstellbare 50 Hz-Steuerspannung wird in dem kleinen Frequenzumformer auf Schlupffrequenz gebracht und speist über einen Vorschaltwiderstand das Feld des Hilfserregersatzes, dieser seinerseits die Ständererregung der Scherbius-Maschine und diese wiederum die Läuferwicklung der Hauptmaschine.

Die Steuerspannung wird selbsttätig durch ein auf einen Drucköl-Servomotor arbeitendes Relais abhängig von der Drehstromleistung geregelt; der gewünschte Wert wird mittels eines Hilfstromes eingestellt. Ferner ist die Regelung abhängig gemacht von der Frequenz und damit dem Belastungszustande des Bahnnetzes. Ein mittels Synchronmotors angetriebener Fliehkraftregler greift an dem einen Ende eines Hebels an, dessen anderes Ende auf den Leistungregler einwirkt, während der Drehpunkt des Hebels mittels Schraubenspindel von Hand verstellt und damit die Neigung der Schlupflinie der Asynchronmaschine geändert werden kann.

Das Anlassen und das Einstellen der verschiedenen Arbeitszustände erfolgt mittels eines kleinen Steuerkontrollers mit optischer Rückmeldung jedes einzelnen Schaltvorganges. Zum Anlassen wird der Läufer der Drehstrommaschine an einen Flüssigkeitswiderstand gelegt.

Der Wirkungsgrad des Maschinensatzes einschl. Regelvorrichtung bei Übertragung von Drehstrom nach Einphasen, bei $\cos\varphi = 0{,}7$ drehstromseitig, $\cos\varphi = 1$ einphasenseitig, beträgt:

Leistung	Schlupf 0 %	Schlupf 4 %
1/4	81 %	81,5 %
2/4	88,5 „	88 „
3/4	90 „	89 „
4/4	90,5 „	89,5 „
5/4	90 „	89 „

Die beiden Haupttransformatoren haben bei ihrer Nennleistung von 8600 kVA folgende Wirkungsgrade:

	$\cos\varphi = 1$	$\cos\varphi = 0{,}7$
Einph. 10/16 kV . .	98,8 %	98,1 %
Dreiph. 44/8 kV . .	99 %	98,4 %

Die zu 270 kVA gewährleistete Ansprechgenauigkeit der Regelvorrichtung wurde durchweg eingehalten.

Das ganze Maschinenhaus ruht auf einer Betonplatte von 18,2 · 17,5 m Grundfläche bei 1,7 ··· 2 m Dicke; sie hat aufzunehmen Maschinenlast 416 t, Hochbau usw. 488 t.

Die Baukosten betrugen	Schw. Franken
Bauleitung, Zinsen	48 800
Hoch- und Tiefbau	209 000
Maschinenanlage	637 400
Haupttransformatoren	162 000
Schaltanlage, Kabel	96 000
Schaltstand-Ausrüstung	27 400
Hilfseinrichtungen	5 800
Montage	34 000
Summe	1 220 400

(rd. 115 RM/kVA).

Bei einem jährlichen Strombezug von 30 Mill kWh zum Preise von 3,16 Pf/kWh[1]) betragen die Gestehungskosten für den abgegebenen Einphasenstrom rd. 4,3 Pf/kWh. (Dudler und Bossi, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 25, S. 65.) *P. M.*

Stromrückgewinn bei Oberleitungs-Omnibussen in England. — Auf der Versuchstrecke Wimbledon—Hampton Court werden zur Zeit 2 Obbusse verschiedener Größe erprobt, um die geeignete Bauart für den zu erweiternden Londoner Betrieb zu ermitteln. Beide Wagen haben Schützensteuerung und Verbundmotor, letzteren zur Stromrückgewinnung. Sowohl der Nockenfahrschalter des großen Wagens als auch der Walzenfahrschalter des kleineren werden durch einen Fußhebel betätigt, indem beim Herunterdrücken desselben der Schalter für Fahrt eingeschaltet wird und bei Rückgang des Hebels zunächst die Stromrückgewinnungsbremse und dann im letzten Teil die Widerstandsbremse zur Anwendung kommt. Die Stromrückgewinnung erfolgt nur bei Geschwindigkeiten über 16 km/h. (Verkehrstechn. Bd. 15, S. 536.) *Hs.*

Die Änderung des Signalfarbenbegriffs bei den Österreichischen Bundesbahnen. — Im September 1934 haben die Österreichischen Bundesbahnen wichtige Änderungen hinsichtlich des Signalfarbenbegriffes vorgenommen. Weißes Licht, das früher freie Fahrt bedeutete, ist nunmehr gänzlich verschwunden und in der in Deutschland üblichen Weise durch grünes Licht ersetzt worden. Für die Bedeutung „Langsam" und für den Gebrauch in Vorsignalen wird Selengelb verwendet. Da es sich gezeigt hat, daß die Farbgläser vor den noch vielfach vorkommenden Petroleumlampen anders wirken als vor elektrischem Licht, ist beabsichtigt, verschiedenartige Vorsatzgläser vor den verschiedenen Lichtquellen zu verwenden. Die Änderungen mußten an 4700 Haupt-, 1850 Vor- und 800 Tageslichtsignalen vorgenommen werden. Dieselbe Änderung der Signalfarben wurde in diesem Jahre auch bei den Schweizer Bundesbahnen und den Niederländischen Eisenbahnen vorgenommen. (Rumpf, Elektrotechn. u. Maschinenb., Abt. Lichttechnik, Bd. 11, S. 27.)

Kur.

Erfahrungen mit russischen Lokomotiven. — In einem Aufsatz unter dem Titel „Wie arbeitet die elektrische UdSSR-Lokomotive?" berichtet die Zeitung über den Betrieb der elektrischen UdSSR-Lokomotiven auf der Transkaukasischen Bahn[2]). Die technischen Eigenschaften der Lokomotive Type WL werden hervorgehoben, insbesondere ihre hohe Zugkraft im Vergleich mit der Zugkraft der amerikanischen und italienischen Lokomotive. Über den Betrieb der Lokomotiven wird aber folgendes gesagt: „Auf dem Surampaß arbeiten z. Z. 22 Lokomotiven: 8 amerikanische, 7 italienische und 7 UdSSR-Lokomotiven. Während des Jahres 1934 sind 53 Brüche an den Lokomotiven vorgekommen. 95 % dieser Brüche entfallen auf UdSSR-Lokomotiven. Während die amerikanische Lokomotive 7000 km im Monat zurücklegt, beträgt die entsprechende Kilometerahl der UdSSR-Lokomotive nur 4000. In der Regel befindet sich die UdSSR-Lokomotive 8 bis 10 Tage im Monat in Ausbesserung. Auf der Konferenz im Werk „Dynamo" wurde von den Vertretern der Bahn folgendes in der Ausrüstung der Lokomotive bemängelt: Die Isolation der Motoren ist eine sehr geringe. Im Jahre 1934 sind 4 Durchschläge an den Ankern und 3 Durchschläge an Magnetspulen der Motoren aufgetreten. Das Abgleiten der Ankerbandagen ist eine Massenerscheinung und die Folge einer schlechten Trocknung der Anker. Die Lötstellen am Kommutator werden sehr heiß. 10 % der Schäden auf der Eisenbahn Perm werden durch den Kommutator verursacht. Aber besonders schlecht sind die Lager der Motoren. Mehr als 10 000 km halten sie nicht aus, dann müssen sie von neuem ausgegossen werden. Auch die Isolation zwischen den Lamellen des Kommutators tritt sehr oft hervor, wodurch ungleichmäßige Abnutzung hervorgerufen wird. Die statische und dynamische Auswuchtung der Anker läßt viel zu wünschen übrig. Die Schwingungen sind oft so stark, daß sich sogar Schraubenmuttern lösen. Meßgeräte fehlen fast gänzlich und werden oft schadhaft. Ihre Angaben sind ungenau, und es werden oft dadurch ebenfalls Schäden verursacht. Auch die mechanische Ausführung der Lokomotive ist nicht auf der Höhe. Die Radbandagen sind aus sehr weichem Stahl angefertigt und müssen schon nach 25 000 km ausgewechselt werden, wogegen die amerikanischen Bandagen 70 000 ··· 80 000 km aushalten. Auch die

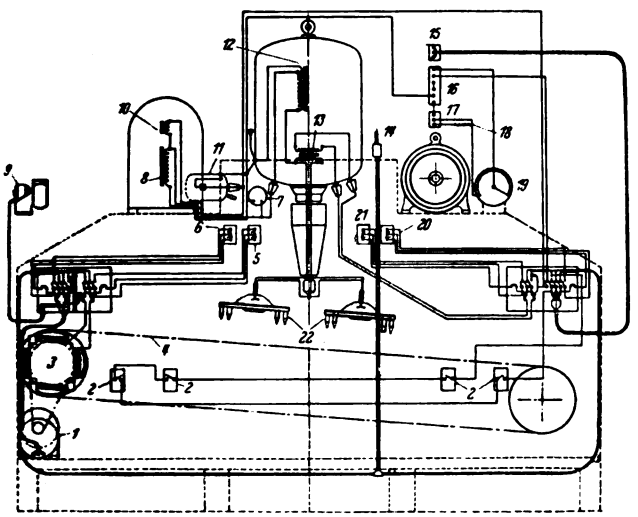
[1]) 1 Schw. Fr. = 0,81 RM.
[2]) ETZ 1934, S. 280, 325 u. 470.

Digitized by Google

Federbolzen müssen oft ausgewechselt werden, da sie aus weichem Stahl angefertigt sind. Nicht selten brechen auch die Federn selbst. Einige der Schmieröffnungen sind durch Holzpfropfen verschlossen und fallen während des Betriebes heraus. Ein Zusammenarbeiten des Werkes Dynamo und des Kolomenski-Sawod muß unbedingt hergestellt werden." (Technika vom 18. 10. 1934.) *Th. S.*

Landwirtschaft.

Die Mehl- und Getreidesterilisation durch elektrische Sprühentladungen. — Die Miller Cereal Mills in Omaha (Nebrasca) hatten viel unter Motten und sonstigen Parasiten, die im Getreide oder Mehl enthalten sind, zu leiden. Um dieselben zu zerstören, werden die mit Mehl oder Getreide gefüllten Säcke oder Tüten einem elektrischen Sterilisationsprozeß unterworfen, der darauf beruht, daß die Pakete an Sprühelektroden vorbeigeführt werden. Es hat sich gezeigt, daß eine vollkommene Ab-



1	Antriebsmotor	*13*	Isolationstransformator
2	Hg-Unterbrecher		220/110 V, 60 Hz
3	heizbare Riemenscheibe	*14*	Stromzuführung
4	Förderband	*15*	Drehstrommotor,
5	Heizregler		60 Hz
6	Motor- und Lüfterschalter	*16*	Wechselstromgenerator
7	Spannungsmesser		750 Hz
8	Resonanzkreis	*17*	Erregermaschine
9	Lüfter	*18*	Feldregler für *17*
10	Filterkreis	*19*	„ „ *16*
11	Blockrelais	*20*	Anlasser
12	Transformator für 130 kV	*21*	Elektrodenschalter
	und 750 Hz	*22*	umlaufende Elektroden

Abb. 7. Aufbau der elektrischen Sterilisationsanlage.

tötung der Parasiten und deren Eier erfolgt. Das Verfahren ist erprobt, und man hat die sterilisierten Pakete einen ganzen Sommer aufbewahrt, ohne daß Eier zur Entwicklung kamen, so daß man ermuntert wurde, weitere Anlagen aufzustellen. Aus der Abb. 7 ist der Aufbau der Anlage ersichtlich. Die Pakete werden an umlaufenden Sprühelektroden, die mit 130 kV und 750 Hz gespeist werden, vorbeigeführt. Die Anlage hat je nach der Größe der zu sterilisierenden Pakete 4 ··· 7 kW. Der Elektrodenraum ist abgeschlossen. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 101, S. 231.) *Rtz.*

Fernmeldetechnik.

Neue Bildtelegraphenstelle in Köln. — Mit der Errichtung der Bildstelle in Köln hat das deutsche Bildtelegraphennetz für den öffentlichen Verkehr im Westen des Reiches einen neuen Stützpunkt erhalten. Das neue Bildgerät ist entsprechend den Empfehlungen des CCIT mit einer kleinen Bildtrommel von 66 mm Dmr. (Bildgröße 13 · 18 cm) ausgerüstet, aber so eingerichtet, daß es auch mit Bildgeräten mit großer Trommel (88 mm Dmr.) verkehren kann. Dabei vergrößern sich die von der kleinen auf die große Trommel übertragenen Bilder im Verhältnis des Quadrats der Trommeldurchmesser (16/9); in der andern Verkehrsrichtung verkleinern sie sich im umgekehrten Verhältnis (9/16).

Von den technischen Neuerungen an dem Kölner Bildgerät verdient Erwähnung, daß zur besseren Ausprägung der Tönungen in den dunklen Stellen des Bildes und damit zur Wiedergabe größerer Bildfeinheiten die Kerrzelle durch ein neuartiges Lichtsteuerorgan, den sogenannten Lichthahn, ersetzt worden ist. Dieser besteht im wesentlichen aus einer nach dem elektrodynamischen Prinzip arbeitenden Oszillographenschleife und dazu passenden Optiken. Im Gegensatz zur Kerrzelle, deren Lichtspannungskurve an beiden Enden gekrümmt verläuft, wodurch die Tönungsunterschiede in dem gekrümmten Teil des Aussteuerungsbereichs nur unvollkommen wiedergegeben werden, ist die Charakteristik dieses elektrodynamischen Lichtrelais geradlinig, so daß eine Verschiebung der Tönungen vermieden wird. Die Bildgüte wird bei Verwendung des Lichthahns auch dadurch gesteigert, daß die durch Wechselspannungen hervorgerufenen Dämpfungsschwankungen der Leitung in wesentlich geringerem Maße hervortreten als bei der Kerrzelle. Die Arbeitsweise des Lichthahns verlangt einen optischen Aufbau, der gänzlich verschieden von der Empfangsoptik der Kerrzelle ist. Das neue Lichtrelais arbeitet wie folgt: Das Licht der Lampe trifft auf den Spiegel der Schleife und wird dort reflektiert. Bei Schwarz im Bilde fließt durch den Empfangsapparat kein Strom, so daß die Schleife in Ruhe ist. Der reflektierte Lichtstrahl fällt dann auf den Steg einer Blende; der Weg zu dem auf die Empfangstrommel gespannten Film ist damit dem Licht verriegelt. Oszilliert dagegen die Schleife, dann kann der vom Spiegel reflektierte Lichtstrahl, je nach der Aussteuerung des Spiegels, zu beiden Seiten des Stegs mehr oder weniger durch Öffnungen in der Größe des Stegs hindurchgehen. Da bei diesem Gerät auf Gleichrichtung verzichtet worden ist, wird der Lichtstrahl nach beiden Seiten des Stegs abgelenkt, und zwar entsprechend der Amplitude des ankommenden Stroms. Die gesteuerte Lichtmenge ist also proportional dem durch die Schleife fließenden Strom und damit dem Photozellenstrom der Sendeseite sowie den Helligkeitswerten des zu übertragenden Bildes. Nach dem Durchgang durch die Öffnungen der Blende wird das Licht gesammelt und auf die Empfangstrommel geworfen. Der Vorteil der Kerrzelle, daß sie praktisch trägheitslos arbeitet, fällt nicht ins Gewicht, denn für die gewöhnliche Übertragungsgeschwindigkeit im Bildtelegraphenverkehr über Kabel bei Benutzung eines Frequenzbandes bis zu höchstens 2000 Hz genügt eine Oszillographenschleife mit einer Grenzfrequenz von $\approx$ 5500 Hz, ungedämpft, vollauf.

Ferner hat das neue Bildgerät getrennten Lochscheibenantrieb, wodurch Fehler im Bilde vermieden werden, die bei Kupplung der Lochscheibenachse mit der Motorachse durch unregelmäßigen Gang der Lochscheibe oder durch ungenaues Eingreifen der Zahnräder entstehen und durch das Auftreten eines Störmusters gekennzeichnet sind, das in Richtung der Trommelachse verläuft und sich aus Zickzacklinien zusammensetzt. Außerdem ist das Kölner Bildgerät mit den neuen Röhrenarten ausgestattet, die bereits im Verstärkerbetriebe verwendet werden und eine Ersparnis an Stromkosten bringen. *Gth.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Die Ionisationszeit eines Thyratrons. — Wenn man an eine Gasentladungsröhre mit Elektronen emittierender Kathode Spannung anlegt, so verfließt eine bestimmte Zeit, bis der Strom seinen höchsten Wert erreicht hat. Diese Zeit wird gebraucht, um die zur Neutralisation der negativen Raumladung an der Kathode erforderlichen positiven Ionen zu bilden. Zur Messung dieser Verzögerung benutzt der Verfasser einen Kathodenstrahloszillographen. Als Spannungsquelle dient ein Kondensator, der sich über eine Funkenstrecke entlädt. Die gemessenen Ionisationszeiten betragen einige Mikrosekunden. Sie hängen einmal von den Konstanten der Röhre ab. Sie werden größer, wenn der Druck des Quecksilberdampfes verringert wird. Sie wachsen auch, wenn die negative Vorspannung des Gitters größer wird. Sie nehmen ab, wenn die Wellenfront steiler wird. (L. B. Snoddy, Physics Bd. 4, S. 366.) *Br.*

Ausbreitung elektromagnetischer Felder längs Flußläufen. — Um den Einfluß von Medien verschiedener Leitfähigkeit auf die Dämpfung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen zu untersuchen, wurden während einer Dampferfahrt auf der 1400 km langen Donaustrecke von Preßburg bis Ruse (Rustschuck) die Empfangsverhältnisse verschiedener Rundfunksender und einiger Kurzwellensender untersucht. Die Versuche zei-

Digitized by Google

gen, daß lange Wellen durch Gebirge stärker absorbiert werden als kurze. Kurze Wellen folgen ferner in weit stärkerem Maße den Wasserläufen als lange. Der praktische Wert dieser Versuche bestand darin, daß für den Stromverkehr eine Welle auf dem 40- oder 80 m-Bande empfohlen wurde. (V. Fritsch, Hochfrequenztechn. Bd. 41, S. 100.) *Br.*

Ultraschallwellen. — Die Arbeit, ein zusammenfassender Bericht, läßt deutlich erkennen, welch starke Entwicklung das Gebiet des Ultraschalles in den letzten Jahren genommen hat. Seit 1927 sind etwa 90 Einzelarbeiten erschienen und in dem vorliegenden Bericht gewürdigt worden. Zahlreiche Messungen erstreckten sich auf Intensitäts- und namentlich auf Wellenlängenmessungen, wobei die verschiedensten Meßverfahren angewendet wurden. Hier seien die grundlegenden Arbeiten von Pierce erwähnt, der die Rückwirkung einer ausgestrahlten Schallwelle auf den Schallsender zu sehr genauen Wellenlängenmessungen ausgenutzt hat. Auch die chemischen und optischen Wirkungen des Ultraschalles sind oft bearbeitet worden. Ultraschall fördert bekanntlich Kristallisationsprozesse, verwandelt gelbes Quecksilberjodid schon unter 120° in rotes, bewirkt Emulsionsbildung von Benzin, Paraffin und selbst Quecksilber mit Wasser u. a. m. Unter den optischen Erscheinungen sind die bei einem durch ein Schallfeld hindurchtretenden Lichtstrahlenbündel beobachteten Beugungserscheinungen die bekanntesten. Als biologische Wirkungen hat man die Zerstörung von roten Blutkörperchen, ja die Tötung von Fröschen und kleinen Fischen beobachtet. Alle diese Wirkungen scheinen jedoch lediglich mechanischer und nicht chemischer Art zu sein. Neuerdings hofft man, die Ultraschallwellen zur Knochenmarktherapie benutzen zu können, da Versuche gezeigt haben, daß eine Erwärmung im Knochenmark auch über die Gelenke hinweg eintritt, ohne letztere wesentlich zu erwärmen. (W. Rodewald, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 192.) *Gzr.*

Werkstatt und Baustoffe.

Die Erholung metallischer Werkstoffe von den Folgen der Kaltbearbeitung. — Die Härtung, die die metallischen Werkstoffe bei der Kaltverformung durch Recken, Walzen, Schmieden erfahren, ist die technisch wichtigste und am meisten ins Auge fallende Eigenschaftsänderung durch den Verformungsvorgang. Sie kann bekanntlich bis zu mehreren 100 % der Ausgangshärte geführt werden. Die Verfestigung ist aber nicht die einzige Auswirkung der Verformung; auch für die physikalischen Eigenschaften im engeren Sinne werden merkliche, wenn auch verhältnismäßig kleine Änderungen beobachtet. So steigt der elektrische Widerstand für die reinen Metalle — Aluminium allein scheint ausgenommen — bei rd. 90 % Dickenverminderung um 2 ··· 6 %, bei Legierungen sogar bis zu 20 ··· 30 %. Die Thermokraft erfährt eine Änderung in der Größenordnung von $0{,}5 \cdot 10^{-6}$ V/Grad, das elektrochemische Potential wird in geringem Maße erniedrigt, die Legierung also unedler usw. Man pflegt die Gesamtänderungen summarisch auf den Begriff „Gitterstörungen" zurückzuführen. Durch genaue Verfolgung des Rückganges dieser Änderungen, der sog. Erholung des Werkstoffes beim Erhitzen kann man versuchen, diese Störungen näher zu analysieren. In einer Reihe von Arbeiten, über die Tammann einen Überblick gibt, ist dies geschehen. In bekannter Weise erfolgt die Rückbildung der Eigenschaften nicht bei einer bestimmten Temperatur, sondern in einem Temperaturbereich. Erhitzt man auf eine Temperatur innerhalb dieses Bereiches, so setzt der Rückgang zunächst schnell ein, hört aber bald auf. Zu einem weiteren Rückgang ist weitere Steigerung der Temperatur notwendig. Der Erholungsbereich wird enger und geht zu niedriger Temperatur, wenn der Verformungsgrad erhöht wird. Es finden sich also in dem Werkstück Störungen verschiedenen Grades; die stärksten Störungen gehen zunächst, dann die schwächeren zurück.

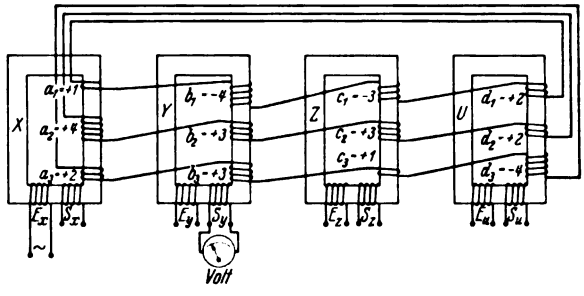
Die Erholung der einzelnen Eigenschaften vollzieht sich für eine Reihe von Metallen, z. B. Cu, Ag, Au, in dem gleichen Bereich; für andere, z. B. Al, Pt, Ni, Fe, liegen die Bereiche der einzelnen Eigenschaftserholungen weit auseinander, und zwar erholt sich der Widerstand weit früher als die Härte. Diese Verschiedenheit gegenüber der ersten Gruppe findet sich, obwohl der Gitteraufbau und der Verformungsmechanismus z. T. völlig der gleiche ist. Nicht allein dem Kristallgitter, auch dem Atomaufbau kommt also eine Bedeutung zu, und die Störungen sind beim Atom zu suchen. Für diese Schlußfolgerung, daß der Grund für die Änderungen der Eigenschaften in Änderungen der Atome selbst zu suchen ist, spricht aber noch deutlicher folgender Befund. Bei Legierungen zeigt die Erholungskurve einer Eigenschaft zwei Bereiche; jeder Atomart hat man offensichtlich einen Bereich zuzuordnen. (G. Tammann, Z. Metallkde. Bd. 26, S. 97 u. 119.) *Dhl.*

Band zum Messen von Kabeldurchmessern. — Bei der Ermittlung des Durchmessers eines Kabels aus einer Umfangsmessung mittels Meßbandes entsteht ein Fehler dadurch, daß das Meßband schraubenförmig um den Kabelumfang gelegt werden muß. Dieser Fehler wird vermieden, wenn man dem Meßband die in der Abb. 8 dargestellte Form gibt. Der am Nullpunkt der Skala liegende Einschnitt ermöglicht es, das Band ohne jede schraubenförmige Steigung um den Kabelumfang zu legen, das untere Ende greift durch den hinreichend breiten Einschnitt hindurch. Somit ist eine genaue Umfangsmessung mühelos ermöglicht. Das Band kann natürlich auch für andere Meßzwecke bei anderer Eichung Verwendung finden. (Engineering Bd. 137, S. 584.) *Eg.*

Abb. 8. Meßband für Kabeldurchmesser.

Verschiedenes.

Elektrische Rechenmaschine. — Im Engineering wird eine elektrische Rechenmaschine beschrieben, die die Aufgabe hat, bis zu 10 Gleichungen mit 10 Unbekannten oder z. B. für die Methode der kleinsten Quadrate bis 20 Gleichungen mit 4 Unbekannten gleichzeitig zu lösen und auch noch weitere Rechnungen ausführen zu lassen. Die Maschine arbeitet rein elektrisch mit Wechselstrom und mit Transformatoren mit schaltbar unterteilten Wicklungen, die auch im Wickelsinne umschaltbar sind. Das Grundschaltbild für 3 Gleichungen zeigt die Abb. 9, wobei



eingestellte Gleichungen:

$x - 4y - 3z + 2u = 0 \qquad 4x + 3y + 3z + 2u = 0 \qquad 2x + 3y + z - 4u = 0$

y ist der abgelesene Wert

Abb. 9. Schaltbild zur Rechenmaschine nach Mallock.

die aus Mumetall hergestellten Transformatorenkerne X, Y, Z und U den darunterstehenden Gleichungen entsprechende Windungszahlen besitzen unter gleichzeitiger Beachtung des Vorzeichens durch die Wicklungsrichtung. Der umfangreiche Aufbau sowie die weiteren interessanten Schaltungen müssen aus dem Original entnommen werden, da es sich beim vorliegenden Bericht nur um kurzen Hinweis handeln konnte. Eine Abbildung des vollständigen Gerätes läßt auf die Abmessungen von $2 \cdot \frac{1}{2}$ m bei Tischhöhe schließen. (Mallock, Engineering Bd. 135, S. 567; Bd. 137, S. 698.) *Schö.*

Widerstandsberechnung mit dem Dralowid-Draloskop. — Das Dralowid-Werk der Steatit-Magnesia AG., das kürzlich die Fabrikationsanlagen aus Gründen der Vergrößerung von Berlin-Pankow nach Teltow bei Berlin verlegt hat, hat eine neue Widerstandsbelastungs-Tabelle in Form eines Widerstandes herausgebracht: das Dralowid-Draloskop[1]). Durch Verstellen einer Volt- bzw. Milliampereskala läßt sich am Draloskop nicht nur die Wattbelastung bei gegebener Spannung (V) oder Stromstärke (mA) für einen Widerstand ablesen, sondern es zeigt auch gleichzeitig die entsprechenden Dralowid-Widerstandstypen sowohl in Halbleitern als auch in Drahtausführung an. *Hs.*

[1]) Zu beziehen vom Dralowid-Werk gegen Einsendung eines Unkostenbeitrags von 0,50 RM.

Digitized by Google

Energiewirtschaft.

Neue Zahlen aus Kanadas Elektrizitätswirtschaft. — Laut Zahlentafel 1, die einem Bericht des Dominion Water Power and Hydrometric Bureau entnommen ist, verfügte Kanada Anfang 1934 über schätzungsweise 34 Mill PS mittlerer Wasserkraft und eine installierte Turbinenleistung von 7,332 Mill PS. Letztere — 686 PS je 1000 Einwohner — entfiel mit rd. 6,381 Mill bzw. 87 % auf Kraftwerke, mit dem Rest auf Papierfabrikation und andere Industrien. An der Spitze der Provinzen stehen Quebec und Ontario. Bemerkenswert ist der starke Verbrauch mit Wasserkraft gewonnener elektrischer Arbeit zur Heißdampferzeugung in der Industrie, der 1932 bei einer Gesamtabnahme letzterer von 5,76 Mrd kWh 2,69 Mrd oder mehr als 46 % ausmachte und neuerdings weiter erheblich zugenommen hat.

Zahlentafel 1. Die Wasserkräfte Kanadas am 1. I. 1934.

Provinzen	verfügbare 24h-Leistung bei 80% Wirkungsgrad in 1000 PS		installierte Turbinenleistung
	bei Niedrigstwasser	in 6 Monaten	1000 PS
Britisch-Columbia	1 931	5 103	717,6
Alberta	390	1 050	71,6
Saskatchewan	542	1 082	42,0
Manitoba	3 309	5 345	390,9
Ontario	5 330	6 940	2 355,1
Quebec	8 459	13 064	3 493,3
Neubraunschweig	68	109	133,7
Nova Scotia	21	128	112,2
Prinz-Edward-Insel	3	5	2,5
Yukon u. NW-Territorium	294	731	13,2
Kanada	20 347	33 017	7 332,1

Die Provinz Ontario zeichnet sich auch dadurch aus, daß von dem innerhalb des ganzen Dominiums in kommunalen Elektrizitätswerken investierten Kapital 81 % auf sie entfallen, aber nur 12 % des in Privatunternehmen angelegten. Für Quebec liegen die Verhältnisse umgekehrt, denn die Anteile betragen hier bzw. 65 und 1,7 %. Insgesamt waren 1932 nach den Angaben des Dominion Bureau of Statistics rd. 3,34 Mrd RM[1]) in den kanadischen Licht- und Kraftanlagen investiert, d. s. 10,5 % des entsprechenden Kapitals der V. S. Amerika-Werke (31,66 Mrd RM), trotzdem die Bevölkerung des Dominiums nur 8,6 % derjenigen der V. S. Amerika ausmacht. Innerhalb des Zeitabschnittes 1929/32 ist in Kanada die installierte Leistung um 30 % und das angelegte Kapital um 27 % gewachsen, die Erzeugung jedoch um 11 % zurückgegangen; ihre erhebliche Zunahme im letzten Teil von 1933 und in den ersten Monaten des laufenden Jahres rechtfertigt, wie Electr. Wld., N. Y., schreibt, wesentlich die während einer Periode geringerer Nachfrage vorgenommenen Erweiterungen. Zahlentafel 2 gibt ein

Zahlentafel 2. Wirtschafts- und Betriebsfaktoren der kanadischen Elektrizitätsunternehmen.

1932	Insgesamt	privat	kommunal
	Mill RM		
Gesamtkapital	3339,7	2200,0	1139,7
für Erzeugung	2078,3	1559,3	519,0
„ Übertragung	525,8	282,4	243,4
„ Verteilung	547,8	237,3	310,5
„ Allgemeines	187,8	121,0	66,8
Einnahmen	303,0	182,8	120,2
Ausgaben*)	185,8	75,9	109,9
Zahl der Abnehmer in Mill	1,657	0,776	0,881
Generatorenleistung in Mill kVA	5,278	3,850	1,428
Erzeugung in Mrd kWh	16,052	12,338	3,714

*) Einschl. Löhne, Brennstoff- und Kraftkosten sowie Steuern.

Bild der Kapitalverteilung, während aus Zahlentafel 3 die Verbrauchsverhältnisse in den einzelnen Provinzen zu ersehen sind. Bei im ganzen rd. 1,357 Mill Abnehmern, von denen allein 43 % auf Ontario entfielen, stellte sich 1932 der mittlere Jahresverbrauch je Abnehmer auf 1208 kWh und infolge eines Durchschnittspreises von 5,55 Pf/kWh die Stromrechnung auf 67 RM. In Manitoba, wo die Kilowattstunde nur 2,65 Pf kostete, war der spezifische Verbrauch mit 3756 kWh am größten, auf der Prinz-Edward-Insel bei 21,67 Pf je kWh am niedrigsten (377 kWh/Jahr). Vergleichsweise wird in dem Quellenbericht darauf hingewiesen, daß in den V. S. Amerika zu der gleichen Zeit der Durchschnittspreis der elektrischen Arbeit 13,8 Pf und der mittlere

[1]) Alle Umrechnungen zum Kurs 1 RM = 0,4 $.

Zahlentafel 3. Hausverbrauch und Preis elektrischer Arbeit in Kanada 1932.

Provinzen	Zahl der Abnehmer	Jahresmittel je Abnehmer		Durchschnittspreis der kWh
		Stromkosten	Verbrauch	
		RM	kWh	Pf
Britisch-Columbia und Yukon	126 601	66,13	870	7,60
Alberta	57 459	74,60	518	14,38
Saskatchewan	44 952	100,25	804	12,48
Manitoba	71 954	99,83	3756	2,65
Ontario	585 343	69,08	1558	4,43
Quebec	385 211	53,28	621	8,58
Neubraunschweig	35 543	68,33	541	12,63
Nova Scotia	46 421	64,70	457	14,15
Prinz-Edward-Insel	3 978	81,60	377	21,67
Kanada	1 357 462	67,08	1208	5,55

Jahresverbrauch des Abnehmers 611 kWh betrug (in den Staaten am Stillen Ozean 9,47 Pf bzw. 805 kWh). (Electr. Wld., N. Y., Bd. 103, S. 655, 892.) *fm.*

7230 h Benutzungsdauer in Tasmanien. — Die im Süden von Australien gelegene Insel Tasmanien, die mit 65 000 km² etwas kleiner als Bayern ist, weist in ihren Elektrizitätsanlagen eine außergewöhnlich hohe Benutzungsdauer auf. Sie verfügt über einen 1,74 Mill PS geschätzten Wasserkraftvorrat — 74 % der im gesamten australischen Erdteil verfügbaren Wasserkräfte —, wovon jedoch gegenwärtig nur 77 000 PS ausgenutzt werden. Hiervon entfallen 66 000 PS auf das sogenannte Große-Seen-System, das von der Hydro-Electric Commission, einer öffentlichrechtlichen Körperschaft, verwaltet wird. Die Erzeugung dieses Unternehmens stieg 1932/33 trotz der Krise von 332,73 auf 338,48 Mill kWh. Das mit rund 46 500 kW ausgestattete Hauptkraftwerk Waddamana erreichte eine Höchstbelastung von 45 300 kW und einen Ausnutzungsfaktor von 82,5 %, was einer Benutzungsdauer der installierten Leistung von 7230 h entspricht. Je Einwohner belief sich die Stromerzeugung auf 1740 kWh.

Der bei weitem größte Stromverbraucher, dessen anhaltender Energiebedarf diese überaus günstigen Ausnutzungsverhältnisse erst möglich macht, ist die Electrolytic Zinc Co., die früher auf dem australischen Festland arbeitete, aber auf Tasmanien nur etwa 0,75 Rpf/kWh (nach dem gegenwärtigen Kurs sogar nur etwa ½ Rpf) zu zahlen braucht. Die Belastungs- und Verbrauchsverhältnisse ergeben sich aus Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1. Die Stromverbraucher Tasmaniens.

Abnehmer	Anschlußwert kVA	Höchstbelastung kW	Stromabnahme Mill kWh
Hobart-Bezirk	14 225	7 910	26,50
ländlicher Bezirk	12 400	3 241	13,13
Stadtbezirk Launceston	11 826	3 785	12,78
Electrolyt. Zinc Co.	33 837	27 700	226,41
Australian Commonwealth Carbide Co.	4 500	2 729	26,12
Goliath Cement Co.	2 327	1 850	3,48

Die starke Anlagenausnutzung durch die industriellen Abnehmer hat es der Gesellschaft ermöglicht, auch die Kleinabnehmer zu verhältnismäßig günstigen Tarifen zu beliefern. Fast durchweg werden Blocktarife verwendet. In der 60 000 Einwohner zählenden Hauptstadt Hobart sind rd. 14 000, in den ländlichen Gebieten annähernd 7500 Elektrizitätsabnehmer vorhanden. Die Bemühungen um den Ausbau des Elektrowärmegeschäfts führten dazu, daß sich im vergangenen Jahr die Zahl der in Hobart installierten Elektroherde von 1016 auf 1173 und die der Heißwasserspeicher von 1202 auf 1274 erhöhte. Die Zahl der vollelektrischen Haushaltungen stieg um 60 auf 616.

Da der Elektrizitätsbedarf ständig zunimmt und auch die Errichtung neuer industrieller Unternehmungen (u. a. Papierindustrie) beabsichtigt ist, besteht der Plan, weitere 50 000 PS auszubauen, das Fernleitungsnetz zu vergrößern und die Höchstspannung von 88 auf 110 kV zu bringen. (Electr. Rev., Lond., Bd. 115, S. 174.) *A. Fr.*

AUS LETZTER ZEIT.

Lärmbekämpfungswoche. — Vom Reichsministerium für Volksaufklärung und Propaganda wird in Gemeinschaft mit dem Reichsarbeitsministerium und Reichsverkehrsministerium, getragen vom Amt für Schönheit der Arbeit in der Deutschen Arbeitsfront und der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit (RTA) eine Lärmbekämpfungswoche im ganzen Deutschen Reich aufgezogen, die voraussichtlich in der

Digitized by Google

Woche vom 7. bis 13. IV. d. J. stattfinden wird. Über nähere Einzelheiten wird noch beraten.

Funkausrüstung auf Schiffen. — Nach einer Reutter-Meldung macht sich in Kanada eine Bewegung dafür geltend, daß durch internationale Regelung allen in See gehenden Schiffen die Ausrüstung mit Funkstationen vorgeschrieben werden soll. Der Vorschlag, daß Kanada die Initiative in der Frage ergreifen soll, ging ursprünglich von dem Premierminister von Neu-Braunschweig aus. Nunmehr hat der Marineminister erklärt, daß er den Vorschlag vor die Regierung des Dominiums zu bringen beabsichtige.

Deutsche Steueranlagen für das schnellste Motorschiff der Welt. — Der „Prince Baudouin", ein dem belgischen Staat gehörendes neues Fahrgast-Motorschiff, welches den Postdienst zwischen Ostende und Dover versieht und bei seiner Probefahrt eine mittlere Geschwindigkeit von 25,25 Knoten erreichte, ist mit einer von den Siemens-Schuckertwerken gelieferten elektrischen Steuerruderanlage mit Druckknopfsteuerung ausgerüstet. Auf einer Säule sind zwei Druckknopfschalter angeordnet, deren Betätigung das Ruder über einen Elektromotor in die gewünschte Stellung bringt. Der Rudergänger hat nur den rechten oder linken Druckknopf so lange zu drücken, bis der Ruderlagezeiger, der zwischen den Druckknöpfen eingebaut ist, die gewünschte Lage meldet. Mit dieser Druckknopfsteuerung ist es möglich, das Ruder um Bruchteile eines Winkelgrades zu verstellen und so das Schiff außerordentlich sicher zu führen. Außer dem üblichen Heckruder hat der „Prince Baudouin" als Besonderheit auch ein Bugruder, da er wegen der engen Häfen häufig längere Strecken rückwärts fahren muß. Beim Gebrauch des Bugruders wird das Heckruder durch einen Mittschiffschalter genau auf Mittellage gestellt und selbsttätig in dieser Lage gehalten.

Der Radiomarkt in Lettland. — Aus Riga wird berichtet, daß die staatseigenen elektrotechnischen Werke in Riga in den letzten Jahren ihre Fabrikation bedeutend gesteigert haben, vor allem in Rundfunkgeräten. Die Einfuhrpolitik Lettlands macht es fremden Fabrikanten praktisch fast unmöglich, mit den Staatswerken und anderen lettländischen Herstellern in Wettbewerb zu treten. Die Staatswerke decken jetzt ungefähr 90 % des einheimischen Bedarfs an Rundfunkgeräten. Ausländische Importeure bestimmter Zubehörteile müssen eine besondere Einfuhrerlaubnis neben der üblichen Handelserlaubnis besitzen. Die Einfuhr vollständiger Radioempfangsgeräte ist schon vor einigen Jahren ebenso wie die von Lautsprechern und gewissen Zubehörteilen verboten worden. Erlaubt ist die Einfuhr von Radioröhren, Widerständen und Elektrolytkondensatoren.

Rundfunk in England. — Die Zahl der Rundfunkteilnehmer in England hat im Dezember um 119 900 zugenommen und betrug Ende Dezember 6 780 570 gegen 5 974 150 ein Jahr vorher.

W. Kummer. — Prof. Dr. W Kummer, T. H. Zürich, hat 30 Jahre lang in den Spalten der Schweiz. Bauztg. die Elektrotechnik als ständiger Mitarbeiter betraut und namentlich über den elektrischen Bahnbetrieb regelmäßig aufschlußreiche Arbeiten geliefert. Mit dem Ablauf des Jahres 1934 hat Prof. Kummer die ständige Mitarbeit an der Zeitschrift aufgegeben.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

(Elektrotechnischer Verein.)

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur außerordentlichen Sitzung in Gemeinschaft mit der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens am Dienstag, dem 12. II. 1935, 8 h abends pünktlich, im großen Hörsaal des neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg (Kurfürstenallee).

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Prof. Dr. H. Norinder (Uppsala) über das Thema: „Untersuchungen von Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen in Schweden mittels Kathodenstrahloszillographen".

Inhaltsbericht:

I. Die Blitzentladungen.
   1. Instrumente und Verfahren.
   2. Allgemeine Ergebnisse der Untersuchungen.
      a) Die allgemeine Kennzeichnung der Blitzentladungen.
      b) Partialentladungen, ihre Dauer und Polarität.
      c) Die berechneten Feldstärkeveränderungen der Blitzentladungen.
      d) Messungen der Stromstärke des Blitzes.

II. Atmosphärische Rundfunkstörungen.
   1. Instrumente und Verfahren.
   2. Die benutzten Feldstationen.
   3. Systematische Untersuchungen der Zuverlässigkeit der Verfahren.
   4. Unterschied zwischen dem *V*- und dem *dV/dt*-Verfahren.
   5. Allgemeine Ergebnisse der Untersuchungen.
      a) Zeitintervalle und allgemeine Typen der atmosphärischen Rundfunkstörungen.
      b) Unipolare und wellengeformte Störungsformen.
      c) Dauer der individuellen Störungen.
      d) Polarität und Zeichenwechselungen.
      e) Feldstärke der Rundfunkstörungen.
      f) Die Neigung der Front.
      g) Anhäufung von Gruppen der Störungen.
      h) Zusammenhang zwischen Rundfunkstörungen und Blitzentladungen.
      i) Lautstörungen der Rundfunkempfänger von atmosphärischem Ursprung.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn der Vorsitzende sich vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Einladung

zum Vortrags- und Diskussionsabend für jüngere Fachgenossen am Dienstag, dem 19. II. 1935, 8 h abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301.

Tagesordnung:

1. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Hans Titze über das Thema: „Beiträge zur Planung von Schutzsystemen nach dem Widerstandsprinzip."

Inhaltsangabe:

A. Aufgabenstellung.
B. Kurzer Überblick über die Grundbegriffe.
C. Beschreibung von Sonderfällen und besonderen Schwierigkeiten bei der Planung von Schutzsystemen nach dem Widerstandsprinzip.
   I. Kennlinie.
      1. Kurze und lange Leitungen.
      2. Impedanzen verschiedener Impedanzwinkel.
      3. Stoßstellen zweier verschiedenartiger Netze.
      4. Transformatoren.
      5. Schaltveränderungen während des Kurzschlusses. Addition der Auslösezeiten, Vorlaufzeiten. Berücksichtigung bei verschiedenen Relaistypen.
   II. Richtungsglied.
      1. Tote Zone.
      2. Kurze Leitungen.
   III. Verhalten bei Pendelungen.
      Synchrone und asynchrone Pendelungen.

Digitized by Google

D. Schlußbetrachtung.

2. Aussprache.

Zahlreiche Beteiligung der jüngeren Fachgenossen erwünscht.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Umstell-Vorschriften.

Die Arbeitsnummer der Umstell-Vorschriften stimmt mit derjenigen der zugrunde liegenden VDE-Arbeit überein. Sie ist aber fünfstellig, da sie zur Unterscheidung hinter der Blindnull noch eine 1 führt.

Die Umstell-Vorschriften werden nur als Sonderdrucke, und zwar auf grünem Papier, herausgegeben.

Ausschuß für Fernmeldetechnik.

Entwurf 1.

VDE 0808/19 . .

Vorschriften für dreizellige Taschenlampenbatterien.

Inhaltsübersicht.

I. Allgemeines.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
§ 3. Aufschrift.
§ 4. Schutzvorrichtungen.
II. Begriffserklärungen.
§ 5.
III. Bestimmungen für die Messung.
§ 6. Meßgerät.
§ 7. Entladewiderstand.
§ 8. Feststellung des Zustandes.
§ 9. Feststellung der Brenndauer.
IV. Abmessungen.
§ 10.
V. Behandlung.
§ 11.

I. Allgemeines.

§ 1.
Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am .... in Kraft[1]).

§ 2.
Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für dreizellige Taschenlampenbatterien nach DIN VDE 1201 aus Trockenelementen der Leclanché-Art: Zink, Kohle, Braunstein.

§ 3.
Aufschrift.

a) Jede Batterie ist mit einem Ursprungszeichen und der Angabe von Woche und Jahr der Herstellung an sichtbarer Stelle zu versehen.

b) Sämtliche Bezeichnungen sind so anzubringen, daß sie nicht ohne weiteres, z. B. beim Ablösen des Garantiestreifens, entfernt werden können.

c) Werden Angaben über die Brenndauer gemacht, so müssen sie den Bedingungen unter III. entsprechen.

§ 4.
Schutzvorrichtungen.

a) Die Batterien sind mit einer Schutzvorrichtung zu versehen, z. B. einem Garantiestreifen, die wohl eine Prüfung der Spannung ermöglicht, die normale Ingebrauchnahme aber erkennen läßt.

II. Begriffserklärungen.

§ 5.

a) Offene Spannung ist die Spannung der nicht durch einen äußeren Widerstand geschlossenen Batterie.

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im .... 1935. — Veröffentlicht: ETZ 1935, S. 137 und ....

Bekanntmachungen.

Umstell-Vorschriften.

Zur Erzielung einer bodenständigen Rohstoffwirtschaft hat der VDE unter Wahrung der Sicherheit, Güte und Zweckmäßigkeit der Erzeugnisse Umstell-Vorschriften ausgearbeitet, die für Inlandslieferungen Geltung haben. Für Auslandslieferungen bleiben die bisherigen Vorschriften nach wie vor in Kraft.

Ausschuß für Fernmeldetechnik.

Der Unterausschuß „Galvanische Elemente" hat die Arbeit VDE 0808 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von dreiteiligen Taschenlampenbatterien" und das zugehörende Normblatt DIN VDE 1201 „Taschenlampenbatterien, dreiteilig, 4,5 V" einer Neubearbeitung unterzogen.

Nachstehend werden die Entwürfe zu

VDE 0808 „Vorschriften für dreizellige Taschenlampenbatterien" und

DIN VDE 1201 „Taschenlampenbatterien, dreizellig, 4,5 V"

bekanntgegeben.

Einsprüche gegen diese Entwürfe sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. März 1935 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Ausschuß für Drähte und Kabel.

Der Ausschuß für Drähte und Kabel hat durch seinen Unterausschuß „Fernmelde-Drähte und -Kabel" einen Entwurf 1 zu

VDE 01810/1935 „Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen U.V.F.L."

aufgestellt, der nachstehend bekanntgegeben wird.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. Februar 1935 an die Geschäftstelle zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

b) Klemmenspannung ist die Spannung einer Batterie bei Schließung durch einen äußeren Widerstand.

c) Entladewiderstand oder Meßwiderstand ist der zwischen den Kontaktstreifen eingeschaltete äußere Widerstand.

III. Bestimmungen für die Messung.

§ 6.
Meßgerät.

a) Für die Messungen ist ein Feinspannungsmesser (Klassenzeichen E oder F) mit einem Widerstand von mindestens 100 Ω/V zu verwenden. Sämtliche Messungen sind bei einer Raumtemperatur von etwa 20 ° vorzunehmen.

§ 7.
Entladewiderstand.

a) Der Entlade- oder Meßwiderstand nach § 5 c) darf während der Entladung höchstens um 0,5 % vom Sollwert abweichen.

§ 8.
Feststellung des Zustandes.

a) Zur Feststellung des Zustandes der Batterie sind die offene und die Klemmenspannung zu messen.

b) In frischem Zustande, d. h. bis zum Ablauf der Woche, die der aufgestempelten Woche folgt, werden nachstehende Werte verlangt:

1. Die offene Spannung der Batterie muß mindestens 4,5 V betragen.
2. Die Klemmenspannung der Batterie darf bei Belastung über 15 Ω nach 2 s nicht unter 4,2 V sinken; andererseits soll sie möglichst wenig über 4,5 V liegen.
3. Die Batterie muß bei Entladung werktäglich 10 min über 15 Ω bis zum erstmaligen Erreichen der Klemmenspannung von 2,25 V eine mittlere Brenndauer von mindestens 3 h aufweisen.

Digitized by Google

c) Nach 12 Wochen Lagerzeit werden nachstehende Werte verlangt:

1. Die Klemmenspannung nach b), Ziffer 2, muß mindestens 4,0 V betragen.
2. Der Mindestwert der mittleren Brenndauer bei Entladung gemäß b), Ziffer 3, darf höchstens um 10 % abnehmen.

§ 9.

Feststellung der Brenndauer.

a) Die Brenndauer ist mit einer Genauigkeit von 1 % bei werktäglicher Entladung von 10 min über einen Widerstand von 15 Ω festzustellen. Die Klemmenspannungen sind zu Beginn und am Ende dieser 10 min zu messen. Die Entladung gilt als beendet, sobald die Klemmenspannung von 2,25 V erstmalig erreicht ist.

b) Die Brenndauer ist an mindestens 3 Prüflingen zu ermitteln. Der erhaltene Mittelwert darf von keinem Prüfling um mehr als 10 % unterschritten werden.

IV. Abmessungen.

§ 10.

a) Die Abmessungen sind in DIN VDE 1201 festgelegt.

V. Behandlung.

§ 11.

a) Taschenlampenbatterien sind vor Wärme und Feuchtigkeit sowie vor Kurz- und Nebenschlüssen zu schützen.

Januar 1935

Noch nicht endgültig

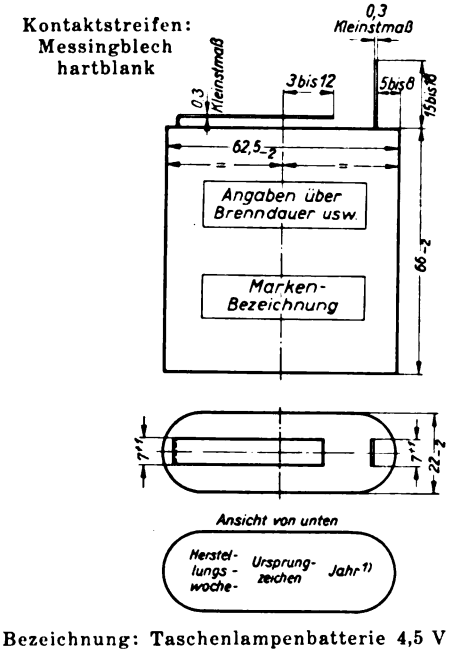
Taschenlampenbatterien

dreizellig 4,5 V

Elektrotechnik

DIN VDE 1201 Änderungsentwurf

Maße in mm



Bezeichnung: Taschenlampenbatterie 4,5 V VDE 1201

[1]) Zum Beispiel: 12 (Warenzeichen) 27.

Dreizellige Taschenlampenbatterien müssen VDE 0808 „Vorschriften für dreizellige Taschenlampenbatterien" entsprechen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Reichsverband der Batterie-Industrie E. V.

Ausschuß für Drähte und Kabel.

Entwurf 1.

VDE 01810/1935.

Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen U.V.F.L.

Gültig ab . . . . .[1]).

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im ..... 1935. — Veröffentlicht: ETZ 1935, S 138 und ...

Inhaltsübersicht.

A. Allgemeines.

§ 1. Allgemeine Kennzeichnung.
§ 2. Beschaffenheit der Leiter.
§ 3. Beschaffenheit der Lackdrähte.
§ 4. Beschaffenheit der Gummihülle.
§ 5. Verwendungsbereich.
§ 6. Unterscheidung der Adern.

B. Bauart und Prüfung der Drähte.

§ 7. BW (35).
§ 8. LP (35).
§ 9. G (35).
§ 10. SB (35).

C. Bauart und Prüfung der Kabel.

I. Innenkabel.

a) Innenkabel ohne Bleimantel.

§ 11. LPK (35).
§ 12. SBK (35).
§ 13. GK (35).

b) Innenkabel mit Bleimantel.

§ 14. ILPM (35).
§ 15. SBM (35).
§ 16. IGM (35).
§ 17. IPBM (35).
§ 18. ILPBM (35).

II. Außenkabel.

§ 19. APM (35).
§ 20. AGM (35).
§ 21. APBM (35).
§ 21 a). ALPBM (35).

D. Bauart und Prüfung der Schnüre.

I. Klingelschnüre.

§ 22. Klingelschnüre (35).

II. Rundfunkschnüre.

§ 23. Hörer- und Lautsprecherschnüre (35).
§ 24. Abmessungen der Schnüre nach § 23.
§ 25. Ausgestaltung der Schnüre nach § 23.
§ 26. Ausrüstung der Schnüre nach § 23.
§ 27. Anschlußschnüre für Stromquellen.

III. Fernsprech- und Telegraphenschnüre.

a) Schnüre mit Kupfergespinstleitern.

§ 28. Stöpselschnüre (35).
§ 29. Systemschnüre (35).
§ 30. Apparatschnüre (35).

b) Schnüre mit Drahtlitzenleitern.

§ 31. Anschlußschnüre (35) für Fernsprechapparate.
§ 32. Anschlußschnüre (35) für Nummernscheiben.
§ 33. Anschlußschnüre (35) für Mikrophone.
§ 34. Reihenapparatschnüre (35).
§ 35. Feuchtigkeitssichere Schnüre (35).

A. Allgemeines.

§ 1.

Allgemeine Kennzeichnung.

Leitungen, die VDE 01810 „Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen U.V.F.L." entsprechen, müssen einen der Herstellerfirma als Warenzeichen (Ursprungszeichen) eingetragenen Firmenkennfaden enthalten, durch den ersichtlich gemacht wird, von welchem Werk die Leitungen hergestellt sind.

Für derartige Leitungen wird durch die Prüfstelle des VDE auf Grund eines besonderen Verfahrens der einfädig bedruckte schwarz-rot-grüne Kennfaden[2] des VDE zugewiesen. Kennfäden müssen bei den Drähten nach §§ 7 und 10 zwischen der ersten und zweiten Umhüllung, bei den Drähten nach §§ 8 und 9 unmittelbar unter der Beflechtung, bei den Kabeln zwischen dem verseilten Kabelkern und der gemeinsamen Bewicklung oder Bespinnung, bei den Schnüren nach §§ 22 und 28 ··· 33 zwischen der Umhüllung und der Beflechtung der Einzeladern, bei den Schnüren nach § 34 zwischen der Unter- und Außenbeflechtung, bei den Schnüren nach § 35 zwischen der Gummihülle und der Beflechtung der Einzeladern eingelegt werden.

§ 2.

Beschaffenheit der Leiter.

Die für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen verwendeten Leiter müssen den Vorschriften des VDE entsprechen.

[2]) Der schwarz-rot-grüne Kennfaden ist dem VDE durch Warenzeichen (Verbandszeichen) geschützt.

Digitized by Google

§ 3.

Beschaffenheit der Lackdrähte.

Die für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen verwendeten Lackdrähte müssen hinsichtlich des Lackauftrages DIN VDE 6435 entsprechen.

§ 4.

Beschaffenheit der Gummihülle.

Die Gummihülle der Leiter muß nach Fertigstellung nachstehenden Bedingungen entsprechen:

Die Gummihülle ist einer Alterungsprüfung zu unterwerfen durch Erwärmung auf 70 ° und zwar 7 Tage lang im Trockenschrank mit zirkulierender Luft. Diese Alterungsprüfung ist an der Leitung ohne gummiertes Band und ohne getränkte Beflechtung, aber mit dem Kupferleiter vorzunehmen. Sowohl vor als nach der Alterungsprüfung muß die Gummihülle noch eine Bruchfestigkeit von mindestens 50 kg/cm² und eine Bruchdehnung von mindestens 250 % der Anfangslänge bei einer Meßlänge von 2 cm aufweisen. Die Prüfung der mechanischen Werte nach der Alterung hat erst 24 h nach dem Herausnehmen aus dem Trockenschrank zu erfolgen.

§ 5.

Verwendungsbereich.

Der Verwendungsbereich ist für jede Leitungsart besonders festgelegt.

§ 6.

Unterscheidung der Adern.

Wenn Einzeladern in Mehrfachleitungen unterschieden werden sollen, werden sie durch farbige Umhüllungen oder durch Einlegen farbiger Fäden gekennzeichnet. In Kabeln, bei denen die Adern als Einzeladern, Aderpaare, Doppelpaare oder Sternvierer in konzentrischen Lagen angeordnet sind, genügt es, wenn in jeder Lage eine Ader oder ein Aderpaar, Doppelpaar oder Sternvierer zu Zählzwecken kenntlich gemacht wird. Die in einem Aderpaar, Doppelpaar oder Sternvierer vereinigten Adern können unter sich unterscheidbar sein.

B. Bauart und Prüfung der Drähte.

§ 7.

BW (35).

Geeignet für einfache Fernmeldeanlagen zur festen Verlegung in dauernd trockenen Räumen über Putz.

Der Leiter von 0,8, 1,0 oder 1,5 mm Durchmesser ist mit einer Lage Baumwolle, Zellulose oder gleichwertigem Stoff und mit einer getränkten Lage Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser lückenlos umhüllt. Die Drähte können auch mehrfach verseilt sein.

§ 8.

LP (35).

Geeignet zur festen Verlegung in trockenen Räumen über Putz oder in Rohr unter Putz sowie zur freien Verlegung innerhalb und außerhalb der Gestelle, Vielfachumschalter usw. der Fernmeldeanlagen.

Der Leiter von 0,6, 0,8, 1,0, 1,5 oder 1,8 mm Durchmesser ist mit einer Lackschicht überzogen und mit zwei Lagen Zellulose, Papier oder gleichwertigem Stoff umhüllt und mit einer Lage Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten; die Beflechtung ist getränkt. Die Drähte können auch mehrfach verseilt sein.

Die Drähte müssen so beschaffen sein, daß 5 m lange Stücke in trockenem Zustand einer Wechselspannung von mindestens 800 V bei 50 Per/s 10 min lang widerstehen. Bei Prüfung von Einfachleitungen sind zwei 5 m lange Stücke zusammenzudrehen.

LP 35 mit Leitern von 0,6 mm Durchmesser darf nur als Schaltleitung in den Gestellen, Vielfachumschaltern usw. der Fernmeldeanlagen verwendet werden.

§ 9.

G (35).

Geeignet zur festen Verlegung über Putz oder in Rohr unter Putz sowie für den Innen- und Außenbau der Fernmeldeanlagen.

Der Leiter von 0,8, 1,0, 1,5 oder 1,8 mm Durchmesser ist mit einer vulkanisierten Gummihülle umgeben. Bei Verwendung von Kupfer muß der Leiter verzinnt sein. Die Wanddicke der Gummihülle beträgt bei den Leitern von 0,8 und 1,0 mm Durchmesser mindestens 0,6 mm, bei den Leitern von 1,5 mm Durchmesser mindestens 0,8 mm bei den Leitern von 1,8 mm Durchmesser mindestens 1,0 mm. Über dem Gummi befindet sich eine Beflechtung aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser; die Beflechtung ist getränkt. Die Drähte können auch mehrfach verseilt sein.

G (35) von 0,6 mm Wanddicke müssen in trockenem Zustand einer Wechselspannung von 1000 V bei 50 Per/s 30 min lang widerstehen. Bei Prüfung einfacher Drähte sind zwei 5 m lange Stücke zusammenzudrehen.

G (35) mit Wanddicken von 0,8 mm aufwärts müssen nach 24-stündigem Liegen unter Wasser von nicht mehr als 25 ° während ½ h einer Wechselspannung von 2000 V bei 50 Per/s oder einer Gleichspannung von 2800 V widerstehen. Für die Gleichspannungsprüfung muß eine Stromquelle von mindestens 2 kW benutzt werden.

§ 10.

SB (35).

Geeignet zur freien Verlegung innerhalb der Apparate und Gestelle der Fernmeldeanlagen.

Der Leiter besteht aus einem verzinnten Kupferdraht von 0,6 mm Durchmesser und ist mit zwei Lagen umhüllt, von denen jede aus Naturseide, Zellulose oder gleichwertigem Stoff bestehen kann. Darüber ist eine Lage Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser gesponnen; die Bespinnung ist getränkt. Die Drähte können auch mehrfach verseilt sein.

Die Drähte müssen so beschaffen sein, daß 5 m lange Stücke in trockenem Zustand einer Wechselspannung von mindestens 800 V bei 50 Per/s 10 min lang widerstehen. Bei Prüfung von Einfachdrähten sind zwei 5 m lange Stücke zusammenzudrehen.

C. Bauart und Prüfung der Kabel.

I. Innenkabel.

a) Innenkabel ohne Bleimantel.

Geeignet zur festen Verlegung über Putz sowie zur Verlegung innerhalb und außerhalb der Gestelle, Vielfachumschalter usw. der Fernmeldeanlagen; Kabel nach §§ 11 und 12 nur in trockenen Räumen.

Leiterdurchmesser 0,6, 0,8 und 1,0 mm.

Die zum Kabelkern verseilten Adern sind durch gemeinsame Bewicklung zusammengefaßt. Die Bewicklung besteht aus einer oder mehreren Lagen Papier- oder Gewebeband oder aus Papier und Gewebeband, bei GK 35 aus getränktem Gewebeband. Das Gewebeband besteht aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser. Die so gebildete Kabelseele ist mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten; die Beflechtung ist getränkt. Als Schutz gegen Feuchtigkeit ist bei den Kabeln nach §§ 11 und 12 innerhalb der Seelenbewicklung eine geschlossene Lage Blattmetall (Aluminium oder dgl.) vorgesehen.

Bei der Abnahme im Lieferwerk gemessen müssen die Kabel einen Isolationswiderstand von mindestens 100 MΩ für 1 km Länge bei 20 ° haben (eine Ader gemessen gegen alle anderen und Erde). Die Messung hat mit einer Spannung von 100 ··· 200 V zu erfolgen.

Die Adern in den Kabeln nach §§ 11 und 12 müssen, am unverarbeiteten Kabel gemessen, einer Wechselspannung von 800 V bei 50 Per/s 10 min lang, die Adern in den Kabeln nach § 13 einer Wechselspannung von 1000 V bei 50 Per/s 30 min lang widerstehen.

§ 11.

LPK (35).

Die lackierten Leiter sind mit mindestens 3 Lagen Zellulose oder gleichwertigem Stoff besponnen. Die Adern sind einzeln oder in Gruppen zu je 2, 3, 4 oder 5 zum Kabelkern verseilt. Die zu einer Gruppe vereinten Adern sind durch schraubenlinige Umwicklung mit Fäden aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser zusammengehalten.

Die Kabel können auch als Flachkabel hergestellt werden.

§ 12.

SBK (35).

Die Adern entsprechen den Angaben in § 10, der Aufbau der Kabelseele denen in § 11.

§ 13.

GK (35).

Die Leiter sind mit einer vulkanisierten Gummihülle von mindestens 0,6 mm Wanddicke umpreßt und mit gummiertem Gewebeband aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser bewickelt oder mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten. Die Adern sind als Einzeladern, Aderpaare, Doppelpaare oder Sternvierer zum Kabelkern verseilt.

Bei Verwendung von Kupfer muß der Leiter verzinnt sein.

b) Innenkabel mit Bleimantel.

Geeignet zur festen Verlegung über oder unter Putz sowie zur Verlegung innerhalb und außerhalb der Gestelle, Vielfachumschalter usw. der Fernmeldeanlagen (nicht zur unterirdischen Verlegung oder als Luftkabel).

Leiterdurchmesser 0,6, 0,8, 1,0, 1,5 und 1,8 mm.

Digitized by Google

Die zum Kabelkern verseilten Adern sind durch gemeinsame Bewicklung zusammengefaßt. Die Bewicklung besteht aus einer oder mehreren Lagen Papier- oder Gewebeband oder aus Papier- und Gewebeband, bei JGM (35) aus getränktem Gewebeband, das aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser hergestellt ist. Die so gebildete Kabelseele ist mit einem Bleimantel umpreßt. Die durchschnittliche Dicke des Bleimantels muß den Werten in Tafel I entsprechen.

Tafel I.

Durchmesser des Kabels unter dem Bleimantel mm	Dicke des Bleimantels*) mm	Durchmesser des Kabels unter dem Bleimantel mm	Dicke des Bleimantels*) mm
bis 10	0,8	bis 29	1,3
„ 14	0,9	„ 32	1,4
„ 18	1,0	„ 35	1,5
„ 23	1,1	„ 38	1,6
„ 26	1,2	—	—

*) Die Dicke des Bleimantels ist durch Messung mit der Mikrometerschraube festzustellen. Wenigstens 5 Messungen sind an möglichst gleichmäßig verteilten Stellen eines Bleistreifens auszuführen, der dem Mantel in der Umfangsrichtung entnommen ist. Die Breite des Streifens soll etwa gleich dem Manteldurchmesser sein. Der Mittelwert der Messungen an einer Probe darf den vorgeschriebenen Wert nicht unterschreiten, während der kleinste bei den Messungen gefundene Wert um nicht mehr als 10 % von dem vorgeschriebenen Wert abweichen darf.

Bei der Abnahme im Lieferwerk gemessen, müssen die Kabel einen Isolationswiderstand von mindestens 100 MΩ für 1 km Länge bei 20° haben (eine Ader gemessen gegen alle anderen und Bleimantel). Die Messung hat mit einer Spannung von 100 ··· 200 V zu erfolgen.

Die Adern in den Kabeln nach §§ 14, 15 und 17 müssen, am unverarbeiteten Kabel gemessen, einer Wechselspannung von 800 V bei 50 Per/s 15 min lang, die Adern in den Kabeln nach § 16 mit einer Wanddicke von 0,6 mm einer Wechselspannung von 1000 V bei 50 Per/s 30 min lang widerstehen. Für höhere Wanddicken gelten die Bestimmungen über eine Prüfung nach 24-stündigem Liegen unter Wasser nach § 9.

§ 14.
LPM (35).

Aufbau der Kabelseele entspricht den Angaben im § 11.

§ 15.
SBM (35).

Aufbau der Kabelseele entspricht den Angaben im § 12.

§ 16.
JGM (35).

Aufbau der Kabelseele entspricht den Angaben in § 13.

Die Wanddicke der Gummihülle beträgt bei Leitern
bis 1,0 mm Durchmesser mindestens 0,6 mm,
„ 1,5 mm „ „ 0,8 mm,
über 1,5 mm „ „ 1,0 mm.

Bei einadrigen Kabeln kann der Bleimantel unmittelbar auf die isolierte Ader aufgebracht werden, desgleichen bei zweiadrigen flachen Kabeln, bei denen die beiden isolierten Adern unverseilt nebeneinander verlaufen. Bei beiden Kabeln kann auch die Schutzhülle über der Isolation (siehe § 13) wegfallen.

§ 17.
JPBM (35).

Die blanken oder verzinnten Leiter sind mit entweder ein oder zwei Lagen Zellulose, Papier oder gleichwertigem Stoff umhüllt und mit einer oder zwei Lagen Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser besponnen. Es müssen mindestens drei Lagen aufgebracht sein. Die Adern sind als Einzeladern, Aderpaare, Doppelpaare oder Sternvierer zum Kabelkern verseilt.

Die Kabel können auch als Flachkabel hergestellt werden.

Bei einadrigen Kabeln kann der Bleimantel unmittelbar auf die isolierte Ader aufgebracht werden, desgleichen bei zweiadrigen flachen Kabeln, bei denen die beiden isolierten Adern unverseilt nebeneinander verlaufen.

Vor dem Aufpressen des Bleimantels kann die Kabelseele getränkt werden.

§ 18.
JLPBM (35).

Die lackierten Leiter sind mit einer Lage Zellulose, Papier oder gleichwertigem Stoff umhüllt und mit einer Lage Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser besponnen. Weiterer Aufbau der Kabel wie bei den Kabeln nach § 17.

II. Außenkabel.

Kabel mit nicht legiertem Bleimantel sind geeignet zur festen Verlegung über oder unter Putz und zur unterirdischen Verlegung, sofern sie nicht gefährdenden Erschütterungen oder Schwingungen ausgesetzt sind, andernfalls müssen legierte Bleimäntel verwendet werden.

Die Leiter können ein- oder mehrdrähtig sein. Durchmesser bei eindrähtigem Leiter mindestens 0,6 mm.

Für die Kabelseele gelten die Bestimmungen unter I b). Die Kabelseele ist mit einem Bleimantel umpreßt. Die durchschnittliche Dicke des Bleimantels muß den Werten in Tafel II entsprechen. Werte für die Abmessungen der Außenbewehrung siehe Tafel II.

Tafel II.

Durchmesser des Kabels unter dem Bleimantel mm	Dicke des Bleimantels***) bei fester Bespinnung für unbewehrte und bewehrte Kabel mm	hohler Bespinnung für unbewehrte Kabel mm	hohler Bespinnung für bewehrte Kabel mm	Umhüllung des Bleimantels bei unbewehrten Kabeln Werkstoff	Dicke etwa mm	bewehrten Kabeln Werkstoff	Dicke etwa mm	Bandeisen heiß compoundiert Dicke etwa mm	Bewehrung Runddraht Dicke etwa mm	Flachdraht Dicke etwa mm	Umhüllung der Bewehrung Werkstoff	Dicke etwa mm
1	2	3	4	5	6	7	8**)	9	10	11	12	13
bis 5	1,1	1,2	1,1		2,5		1,2 (1,8)	—	1,4	—		1,5
„ 8	1,1	1,4	1,1		2,5		1,2 (1,8)	—	1,4	—		1,5
„ 10	1,1	1,4	1,1		2,5		1,2 (1,8)	2×0,5	1,6	1,4		1,5
„ 12	1,1	1,5	1,1	zähflüssiger	2,5		1,2 (1,8)	2×0,5	1,6	1,4		1,5
„ 14	1,2	1,6	1,2	Compound,	2,5		1,2 (1,8)	2×0,5	1,6	1,4		1,5
„ 16	1,2	1,7	1,2	mehrere	2,5		1,2 (1,8)	2×0,5	—	1,4		1,5
„ 18	1,3	1,8	1,3	Lagen vorgetr.	2,5	zähflüssiger	1,2 (1,8)	2×0,5	—	1,4		1,5
„ 20	1,3	1,8	1,3	Papiers,	2,5	Compound,	1,2 (1,8)	2×0,5	—	1,7	zähflüssiger	1,5
„ 23	1,4	1,9	1,4	zähflüssiger	2,5	mehrere	1,2 (1,8)	2×0,5	—	1,7	Compound,	1,5
„ 26	1,5	1,9	1,5	Compound,	2,5	Lagen vorgetr.	1,2 (1,8)	2×0,5	—	1,7	eine Lage	1,5
„ 29	1,6	1,9	1,6	mehrere	2,5	Papiers,	1,2 (1,8)	2×0,5	—	1,7	vorge-	1,5
„ 32	1,7	2,0	1,7	Lagen vorgetr.	3,0	zähflüssiger	1,5 (2,2)	2×0,8	—	1,7	tränkter	1,5
„ 35	1,8	2,1	1,8	Papiers,	3,0	Compound,	1,5 (2,2)	2×0,8	—	1,7	Jute,	1,5
„ 38	1,9	2,2	1,9	zähflüssiger	3,0	vorgetränkter	1,5 (2,2)	2×0,8	—	1,7	harter	1,5
„ 41	2,0	2,3	2,0	Compound,	3,0	Faserstoff,	1,5 (2,2)	2×0,8	—	1,7	Compound	1,5
„ 44	2,1	2,4	2,1	eine Lage	3,0	zähflüssiger	1,5 (2,2)	2×0,8	—	1,7		1,5
„ 47	2,2	2,5	2,2	vorgetränkte	3,0	Compound*)	1,5 (2,2)	2×0,8	—	1,7		1,5
„ 50	2,3	2,6	2,3	Jute harter	3,0		1,5 (2,2)	2×0,8	—	1,7		1,5
„ 54	2,4	2,7	2,4	Compound	3,0		1,5 (2,2)	2×0,8	—	1,7		1,5
„ 58	2,5	2,8	2,5		3,0		1,7 (2,5)	2×1,0	—	1,7		2,0
„ 62	2,6	3,0	2,6		3,0		1,7 (2,5)	2×1,0	—	1,7		2,0
„ 66	2,7	3,2	2,7		3,0		1,7 (2,5)	2×1,0	—	1,7		2,0
„ 70	2,9	3,4	2,9		3,0		1,7 (2,5)	2×1,0	—	1,7		2,0
„ 75	3,1	3,8	3,1		3,0		1,7 (2,5)	2×1,0	—	1,7		2,0
„ 80	3,3	3,8	3,3		3,0		1,7 (2,5)	2×1,0	—	1,7		2,0

*) Fällt bei drahtbewehrten Kabeln fort.
**) Die in Spalte 8 in Klammer gesetzten Werte gelten für auf Zug stark beanspruchte Kabel (z. B. Schachtkabel, Flußkabel).
***) Bezüglich der Bestimmung der Dicke des Bleimantels vgl. die Fußnote in Tafel I.

Digitized by Google

Hierin gelten
für unbewehrte Außenkabel die Spalten 1, 2 und 3,
für unbewehrte Außenkabel mit Papier-Juteschicht die Spalten 1, 2, 3, 5 und 6,
für bewehrte Außenkabel ohne äußere Juteschicht die Spalten 1, 2, 4, 7 ··· 11,
für bewehrte Kabel mit äußerer Juteschicht die Spalten 1, 2, 4, 7 ··· 13.

Der Isolierwiderstand muß bei Kabeln mit trockener Papierisolation mindestens 1000 MΩ, bei allen übrigen Kabeln mindestens 100 MΩ für 1 km Länge bei 20 ° betragen (eine Ader gemessen gegen alle Adern und Bleimantel). Die Messung hat mit einer Spannung von 100 bis 200 V zu erfolgen.

§ 19.
APM (35).

Die Leiter sind mit einer oder mehreren Lagen Papier fest oder unter Bildung eines Hohlraumes zwischen Leiter und Isolierhülle besponnen (hohle Bespinnung). Die Adern sind als Einzeladern, Aderpaare, Doppelpaare oder Sternvierer zum Kabelkern verseilt.

Vor dem Aufpressen des Bleimantels kann die Kabelseele bei Kabeln mit fester Bespinnung getränkt werden.

§ 20.
AGM (35).

Aufbau der Kabelseele wie bei den Kabeln nach §§ 13 und 16. Die Wanddicke der Gummihülle beträgt bei Leitern
bis 1,0 mm Durchmesser mindestens 0,6 mm,
„ 1,5 „ „ „ 0,8 „ ,
über 1,5 „ „ „ 1,0 „ .

§ 21.
APBM (35).

Aufbau der Kabelseele wie bei den Kabeln nach § 17.

§ 21 a).
ALPBM (35).

Aufbau der Kabelseele wie bei den Kabeln nach § 18.

D. Bauart und Prüfung der Schnüre.

Schnüre sind leicht bewegbare Leitungen mit Leitern aus Gespinst oder feindrähtigen Litzen. Sie dienen zur Herstellung ortsveränderlicher Verbindungen.

I. Klingelschnüre.

Geeignet zum Anschluß ortsveränderlicher Taster in Klingelanlagen.

§ 22.
Klingelschnüre (35).

Leiter: Litze aus mindestens 10 Drähten von 0,10 bis 0,15 mm Durchmesser.

Der Leiter ist mit Längsfäden aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser umgeben und darüber mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser besponnen oder beflochten. Zwei oder mehrere Adern sind mit oder ohne Tragschnur (Blindader) verseilt.

II. Rundfunkschnüre.

Für Spannungen bis höchstens 250 V.

§ 23.
Hörer- und Lautsprecherschnüre (35).

Leiter: Mindestens 9 verseilte Gespinstfäden aus Kupferlahn 0,3 × 0,02 mm auf Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser.

Der Leiter ist mit Baumwolle, Zellulose oder gleichwertigem Stoff umhüllt und darüber mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten. Bei der eingelegten kurzen Ader für gegabelte Hörerschnüre kann die Beflechtung wegfallen.

Zwei Adern sind unverseilt nebeneinander gelegt und mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

Farbe der Adern und der gemeinsamen Beflechtung braun oder schwarz nach DIN VDE 720.

§ 24.
Abmessungen der Schnüre nach § 23.

Als normale Längen gelten:

a) für den Stamm bei:
Einfach-Hörerschnüren . . . . . 1200 mm,
Lautsprecherschnüren . . 1200 oder 2000 „ ,
Doppel-Hörerschnüren ohne Gabelung . . . . . 1200 „ ,
Doppel-Hörerschnüren mit Gabelung 1000 „ ,

b) für die Astlänge bei Doppel-Hörerschnüren . . . . . 400 mm, (bei Schnüren ohne Gabelung für Doppelhörer richtet sich die Länge des am Bügel entlang laufenden Astes nach der Bauart des Hörers),

c) Für die Äste am Wurzelende (Stecker) 70 „ ,

d) Die Länge der Äste am Kronenende (Hörer oder Lautsprecher) richtet sich nach der Bauart der Geräte. Als normale Längen sollen 20, 30, 40 oder 50 mm gelten.

§ 25.
Ausgestaltung der Schnüre nach § 23.

Ausgestaltete Schnüre sollen durch Lagesicherungen gegen Zugbeanspruchung entlastet sein.

Lagesicherungen nach DIN VDE 7210.

Spitzen oder Ösen für die Enden der Äste nach DIN VDE 7210.

§ 26.
Ausrüstung der Schnüre nach § 23.

Anschlüsse, z. B. in Steckern, dürfen nicht gelötet werden. Befestigung der Ausrüstungen nach DIN VDE 7210.

§ 27.
Anschlußschnüre für Stromquellen.

Hierüber werden Vorschriften z. Z. noch nicht erlassen.

III. Fernsprech- und Telegraphenschnüre.

a) Schnüre mit Kupfergespinstleitern.

Geeignet für hohe mechanische Beanspruchung und leichte Bewegbarkeit in Fernsprech- und Telegraphenanlagen.

§ 28.
Stöpselschnüre (35).

Leiter: 3 × 7 verseilte Gespinstfäden aus Kupferlahn 0,3 ×0,02 mm auf Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser.

Der Leiter ist mit zwei Lagen Naturseide, Zellulose oder gleichwertigem Stoff umhüllt. Bei Verwendung von saugfähigen Stoffen ist diese Umhüllung getränkt. Darüber folgt eine Beflechtung aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser.

Die Adern sind um eine Blindader (Schlauchgeflecht) mit Einlagen aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser), erforderlichenfalls mit Einlagen aus gleichen Werkstoffen, rund verseilt.

Der Schnurkern ist mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser und darüber mit Leinengarn beflochten.

§ 29.
Systemschnüre (35).

Leiter: 3 × 7 verseilte Gespinstfäden aus Kupferlahn 0,3 × 0,02 mm auf Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser.

Der Leiter ist mit zwei Lagen Naturseide, Zellulose oder gleichwertigem Stoff umhüllt und mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

Die Adern sind um eine Blindader (Schlauchgeflecht mit Einlagen aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaserfäden), erforderlichenfalls mit Einlagen aus gleichen Werkstoffen, rund verseilt.

Der Schnurkern ist mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

§ 30.
Apparateschnüre (35).

Leiter: 3 × 7 verseilte Gespinstfäden aus Kupferlahn 0,3 × 0,02 mm auf Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser.

Der Leiter ist mit mindestens zwei Lagen Naturseide, Zellulose oder gleichwertigem Stoff umhüllt und mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

Die Adern sind miteinander geflochten (gf) oder unverseilt nebeneinander gelegt (fl) oder um eine Blindader (Schlauchgeflecht mit Einlagen aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser) rund verseilt (rd).

Der flache oder runde Schnurkern ist mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

b) Schnüre mit Drahtlitzenleitern.

Geeignet für geringe mechanische Beanspruchung in Fernsprech- und Telegraphenanlagen.

§ 31.
Anschlußschnüre (35) für Fernsprechapparate.

Leiter: Litze aus 18 Kupferdrähten von 0,10 mm Durchmesser.

Digitized by Google

Der Leiter ist mit mindestens zwei Lagen Naturseide, Zellulose oder gleichwertigem Stoff umhüllt und mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

Die Adern sind um eine Blindader (Schlauchgeflecht mit Einlagen aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser) rund verseilt und mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

§ 32.

Anschlußschnüre (35) für Nummernscheiben.

Leiter: Litze aus 18 Kupferdrähten von 0,10 mm Durchmesser.

Der Leiter ist mit mindestens zwei Lagen Naturseide, Zellulose oder gleichwertigem Stoff umhüllt und mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

Die Adern sind miteinander verseilt und mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

§ 33.

Anschlußschnüre (35) für Mikrophone.

Leiter: Litze aus 7 Gruppen zu je 15 Kupferdrähten von 0,05 mm Durchmesser.

Der Leiter ist mit mindestens zwei Lagen Naturseide, Zellulose oder gleichwertigem Stoff umhüllt und mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

Die Adern sind miteinander verseilt.

§ 34.

Reihenapparatschnüre (35).

Leiter: Litze aus 18 Kupferdrähten von 0,10 mm Durchmesser.

Der Leiter ist mit mindestens zwei Lagen Naturseide, Zellulose oder gleichwertigem Stoff umhüllt. Bei Verwendung von saugfähigen Stoffen ist diese Umhüllung getränkt. Darüber folgt eine Bespinnung aus farbiger Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser, die getränkt ist.

Die Adern sind entweder paarweise oder paarweise in Gruppen zum Schnurkern verseilt.

Der Schnurkern ist zweimal mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

§ 35.

Feuchtigkeitssichere Schnüre (35).

Leiter: Litze aus 42 verzinnten Kupferdrähten von 0,15 mm Durchmesser.

Der Leiter ist mit Kunstseide oder dgl. besponnen. Falls Baumwolle verwendet wird, ist diese in offener Wendel mit 50 %-iger Bedeckung aufzubringen. Darüber befindet sich eine Gummihülle von 0,5 mm Wanddicke und eine Beflechtung aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser.

Die Adern sind um eine Blindader (Schlauchgeflecht mit Einlagen aus Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser) rund verseilt, bei zweiadrigen Schnüren mit Einlagen aus gleichen Werkstoffen.

Der Schnurkern ist mit Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser beflochten.

Fragebogen für VDE-Mitglieder.

Sämtlichen VDE-Mitgliedern sind anläßlich der Übersendung der Mitgliedskarten von den Gauen Fragebogen zugegangen. Da die Beantwortung der Fragen für die Arbeiten zur Zusammenfassung der Technik dringend ist, wird hiermit nochmals an die

umgehende Rücksendung

der sorgfältig ausgefüllten Fragebogen erinnert. Die Rücksendung erfolgt direkt an die Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Sollte das eine oder andere Mitglied den Fragebogen nicht erhalten haben, so wird darum gebeten, ihn umgehend direkt von der Geschäftstelle oder von dem zuständigen Gau anzufordern.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Ruhr-Lippe, Bochum. 13. II. (Mi), 19 h 30 m, Hotel „Haus Rechen“: „Kajartalik“ (Ein Jahr in Grönland auf der deutschen Polarstation). Dr. Grotewahl.

VDE, Gau Danzig. 11. II. (Mo), 20 h, T. H. Elektrotechn. Labor.: „Neuere Erkenntnisse über d. Verwendungsmöglichkeit d. Aluminiums in d. Elektrotechnik“. Dipl.-Ing. von Zwehl.

VDE, Gau Thüringen, Erfurt. 14. II. (Do), 20 h, Münchner Bürgerbräu: „Stromrichter mit und ohne Steuergitter“. Obering. G. W. Müller.

VDE, Gau Halle a. S. 13. II. (Mi), 20 h 15 m, „Bierhaus Engelhardt“: „Die Herstellung von Kunstharz-Preßstoff und dessen Anwendung in der Elektrotechnik“. Dir. Stodt.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 19. II. (Di), 20 h, T. H. Hörs. 42: „Anwendung der Elektrizität auf Flughäfen“. cand. el. Kreutzträger.

VDE, Gau Hansa, Hamburg. 20. II. (Mi), 20 h, Hörs. 8 der Techn. Staatslehranstalten: „Erfahrungen aus dem Betrieb und Bau neuzeitl. Schaltanlagen (einheim. Rohstoffe). Obering. Sihler.

VDE, Gau Magdeburg. 19. II. (Di), 20 h 15 m, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten: „Ist das Hochspannungs-Schaltproblem endgültig gelöst?“ Dipl.-Ing. König.

VDE, Gau Südbayern, München. 20. II. (Mi), 20 h, T. H. Hörs. 127: „Cellose Hochleistungsschalter“. Obering. Mayr.

VDE, Gau Nordbayern, Nürnberg. 8. II. (Fr), 20 h, Vortragssaal der SSW: „Regelung, insbes. Fernregelung von Leistung u. Frequenz in gr. Netzen“ (m. Lichtb.) Dr. Stäblein.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin. 13. II. (Mi), 20 h, Haus der Technik, Berlin, Friedrichstraße 110/112: „Die physik. u. techn. Fortschritte auf d. Gebiet d. lichtelektrischen Zellen u. ihre Anwendungen“.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik e. V., Berlin. 9. II. (Sa), Harnack-Haus der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, Dahlem, Ihnestr. 16—20: Geselliger Abend. 18 h 30 m, Helmholtz-Saal: Vortrag über das Fernsehen (m. großen Vorführungen) Dr. F. Banneitz. 20 h, Goethe-Saal: Abendessen. Anschl. Tanz. Näheres durch die Geschäftstelle: Berlin-Lichterfelde-Ost, Bahnhofstr. 41 b.

Außeninstitut der Technischen Hochschule, Berlin. 8. II. (Fr), 17 h 30 ... 19 h, Aula der T. H.: „Grundzüge einer N. S. Volkswirtschaftslehre“. Prof. Dr. E. Storm. Teilnehmerkarten Z. 235 der T. H. zu 1 RM erhältlich. Studenten zahlen die Hälfte.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Ulmann †. — Vor kurzem ist Generaldirektor Prof. Eduard Ulmann auf dem Wege von Zürich nach Lodz kurz vor Nürnberg einem Herzschlage erlegen. Dipl.-Ing. Ed. Ulmann wurde 1870 in Jekaterinoslaw geboren.

Eduard Ulmann †.

Schon mit 26 Jahren, kurz nach Vollendung des Studiums, wurde er stellvertretender Leiter der „Alexandrower Mechanischen Werke“. 1905 sehen wir ihn bereits als Vorstandsmitglied der Petersburger „Gesellschaft für elektrische Beleuchtung vom Jahre 1886“. 1906 erfolgte seine Berufung als Professor an die Petersburger Technische Hochschule, wo er Vorlesungen über den Bau von Elektrizitätswerken hielt. Diesen Lehrstuhl behielt er bis zum

Digitized by Google

Jahre 1919, bis die politischen Wirrnisse ihn um seinen Beruf und um seine Heimat brachten.

Doch wurde er sehr bald Leiter der Kohlengruben in Spitzbergen. Besondere Verdienste erwarb sich Ulmann um die Torfgewinnung. 1925 wurde ihm nach erfolgreichem Wiederaufbau des Lodzer Elektrizitätswerkes, das inzwischen in belgisch-schweizerische Hände überging, die Stellung des Generaldirektors übertragen. Polens Elektrotechnik verliert einen seiner bewährtesten Führer.

Ein Werk von europäischer Geltung legt Zeugnis ab von der großen Pionierarbeit des Verstorbenen; deutsche Großfirmen hatten oft die Möglichkeit, in Verhandlungen die Fähigkeiten dieses Mannes kennenzulernen.

Auf deutscher Erde, wo er sich, wiewohl in Rußland geboren und in Polen zehn Jahre lang tätig, zufolge seiner Abstammung äußerst wohl und zu Hause fühlte, erreichte ihn dann auch schließlich der Tod. *Dr. Ld.*

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Wirtschaftlichkeit von Pumpspeicherwerken für Brikettstromverwertung*).

Meine Ermittlung der zulässigen Baukosten B_{max_0} und B_{max} bedarf einer Berichtigung. Der von mir gewählte Ansatz der Jahreskostengleichheit muß selbstverständlich heißen:

$$N_{sp} B_{max_0} p_P + b_{Br} \frac{A_{sp}}{\eta_P \eta_{Trf}} \cdot 10^{-2} = K_{sp} + p_D \Delta K_{NL},$$

daraus

$$B_{max_0} = \frac{1}{N_{sp} p_P} \left[K_{sp} - \frac{b_{Br} A_{sp} \cdot 10^{-2}}{\eta_P \eta_{Trf}} \right] + \frac{1}{N_{sp}} \frac{p_D}{p_P} N_L (k_D - k_{Br})$$

und somit B_{max_0} = rd. 400 RM/kW.

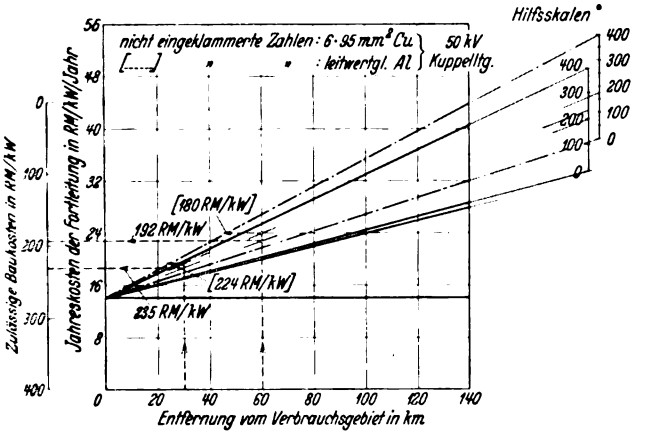


Abb. 3. Zulässige Baukosten B_{max} für Brikettstrom-Pumpspeicherwerke abseits des Verbrauchsgebietes.

Zufolge der graphischen Untersuchung gemäß der berichtigten Abb. 3 ergeben sich dann als höchstzulässige Baukosten für die Entfernungen 60 und 30 km[1])

Entfernung vom Verbrauchsgebiet	Kuppelleitung aus	B_{max}
60 km	6·95 mm² Cu	192 RM/kW
	Leitwertgl. Al	180 "
30 km	6·95 mm² Cu	235 RM/kW
	Leitwertgl. Al	224 "

Zahlreiche ausgeführte Anlagen und baureif vorliegende Planungen[2]) beweisen, daß sich Pumpspeicherwerke sehr wohl zu solchen Baukosten (gerechnet ohne Umspannwerk) erstellen lassen, insbesondere auch dann, wenn Speicherbecken und -mauer zugleich anderen wichtigen, wasserwirtschaftlichen Belangen[3]) dienen. Demzufolge sind Pumpspeicherwerke selbst abseits der Verbrauchsgebiete als wirtschaftliche Einrichtungen zur Brikettstromverwertung anzusprechen, welche unter dem Gesichtswinkel der Arbeitsbeschaffung die besondere Beachtung der deutschen Elektrizitätswerke verdienen.

Die Untersuchung beweist, daß — als Folge weitgehender Verbilligung der Primärspitzenkraftwerke (spezifische Anlagekosten früher etwa 200 RM, jetzt nur noch 120 RM/kW)[4]) — die höchstzulässigen Speicherwerkskosten B_{max_0} bzw. B_{max} erheblich kleiner geworden sind. Es wird deshalb ergänzend darauf hingewiesen, daß die von Dr. Marguerre angegebene thermodynamische Speicherung, welche der Spitzenkrafterzeugung unmittelbar am Verbrauchsort, d. h. also unbelastet durch die Kosten der Fortleitung dient, zweifellos der hydraulischen Speicherung abseits der Verbrauchsgebiete wirtschaftlich erheblich überlegen ist. Ein weiterer Vorteil der Marguerre-Speicherung besteht darin, daß sie dezentralisiert und in beliebigen Einheiten entsprechend dem steigenden Bedarf ausgeführt werden kann, wohingegen niedrige spezifische Anlagekosten bei Pumpspeicherwerken große Anlagen mit ihren bekannten Schwierigkeiten bezüglich längerer Anlaufzeit zu guter Ausnutzung voraussetzen.

Die für die deutsche Elektrizitätswirtschaft so wichtige Brikettstromverwertung ist ohne die großen Fortleitungsanlagen, deren sich die Fernstromversorgung bedient, undurchführbar. Diese unbestreitbare Tatsache kann abschließend als ein neuer Beweis dafür bewertet werden, daß die deutsche Elektrizitätswirtschaft in ihrer maßvollen, nicht übersetzten Entwicklung zur Großkraftversorgung den richtigen Weg gegangen ist.

Auma, Thür., 20. XII. 1934. Hermann Schulze.

*) ETZ 1934, S. 1149.

[1]) Mit Rücksicht auf die mit der Kuppelleitungslänge wachsende Störungsanfälligkeit der Übertragung dürften 100 km und weiter entfernte Speicherwerke praktisch kaum in Frage kommen. Die Fortleitungskosten auf S. 1150 sind nur der Einfachheit halber für die Grenzentfernung von 100 km berechnet worden.

[2]) Vgl. z. B. E. Krohne, Die wirtschaftliche Erzeugung der elektrischen Spitzenkraft in Großstädten, Berlin 1929, Verlag Julius Springer, Abb. 15.

[3]) Z. B. Bleilochsperre.

[4]) Vgl. a. ETZ 1928, S. 599; 1930, S. 1396.

LITERATUR.

Besprechungen.

Leitfaden der Elektrotechnik. Herausg. v. Dr.-Ing. G. Bolz, Dr.-Ing. F. Moeller, Dipl.-Ing. Th. Werr. Teil 3: Gleichstrommaschinen. Von Dr.-Ing. F. Moeller. Mit 65 Abb., V u. 84 S. in gr. 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1934. Preis kart. 2,40 RM.

In einem 84 Seiten starken Hefte, dem 3. Teil der Teubnerschen Leitfadenreihe, gibt der Verfasser einen kurzen, aber doch hinreichenden Überblick über den Aufbau und die Wirkungsweise der Gleichstrommaschinen. Das Werkchen ist in vier Hauptabschnitte gegliedert; der erste erläutert in leichtverständlicher Form die Grundlagen, wie Ankerwicklungen, Spannung und Drehmoment, die magnetischen Felder und die Schaltungen. Im zweiten und dritten Teile werden die Betriebseigenschaften der Motoren mit ihrem Drehzahlverhalten und ihrer Regelung sowie die Generatoren bei Leerlauf und Belastung erörtert; der vierte Abschnitt behandelt die Verluste, Erwärmung und den Wirkungsgrad. Die durchweg flüssige und klare Darstellung, die durch geschickt ausgewählte Zahlenbeispiele und gute Abbildungen belebt ist, bringt trotz aller durch den Umfang der Leitfäden gebotenen Kürze das Wesen der Gleichstrommaschine dem Leser in anschaulicher und einwandfreier Form nahe und kann allen Fachgenossen, die sich über Gleichstrom schnell und zuverlässig unterrichten wollen, bestens empfohlen werden.

C. Trettin.

Die Dampfkessel nebst ihren Zubehörteilen und Hilfseinrichtungen. Ein Hand- und Lehrbuch zum prakt. Gebrauch f. Ing., Kesselbesitzer u. Studierende. Von Reg.-Baum. R. Spalckhaver u. Landesbaurat A. Rüster. Ergänzungsband zur 2., verb. Aufl. von 1924. Mit 338 Abb. i. Text u. 2 Taf., VI u. 190 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geb. 32 RM.

Je mehr die Dampfkessel- und Feuerungstechnik in den vergangenen Jahren durch ihre überraschende Entwicklung in den Vordergrund des technischen Interesses gerückt ist, desto dringender wird in immer weiteren Kreisen das Bedürfnis nach einem Werk empfunden, das einen

Digitized by Google

möglichst umfassenden Überblick über das ganze Fachgebiet ermöglicht. Solange in kurzen Zeitabständen immer wieder neue Erkenntnisse gewonnen und neue Verfahren und Bauarten ausgearbeitet wurden, mußte jeder Versuch einer umfassenden Darstellung des Gesamtgebietes notgedrungen zum Scheitern verurteilt sein. Es gab daher bis heute kein Buch, das allen Gebieten des neuzeitlichen Dampfkessel- und Feuerungsbaues wirklich gerecht wurde. Erst das vorliegende Buch, das als Ergänzungsband zu dem bekannten „Handbuch" von Spalckhaver-Rüster erschienen ist, füllt jetzt, nachdem ein gewisser Abschluß in der Entwicklung erreicht zu sein scheint, die fühlbare Lücke im technischen Schrifttum aus. Den beiden Herausgebern ist es unter Mitwirkung einer Reihe namhafter Fachleute gelungen, auf verhältnismäßig kleinem Raume einen erschöpfenden Überblick über praktisch alle Teile des weitverzweigten Gebietes neuzeitlicher Dampferzeugung zu geben. Wenn auch verschiedentlich auf das Handbuch verwiesen ist, so stellt der neue Ergänzungsband doch ein in sich geschlossenes Werk dar, das neben den theoretischen Erkenntnissen der letzten Zeit weitgehendst den Fortschritten in Konstruktion, Betrieb und Herstellung der Kessel und Feuerungen Rechnung trägt.

Der theoretische Teil zeichnet sich besonders dadurch aus, daß er unter Weglassung nicht unbedingt zum Verständnis erforderlicher Ableitungen in erwünschter Kürze einen sehr klaren Überblick über die Grundlagen der Verbrennung, des Wärmeüberganges und des Wasserumlaufes ermöglicht. Die Abschnitte über Bauarten von Feuerungen und Kesseln mit ihren Hilfseinrichtungen geben, besonders im Vergleich mit dem früher erschienenen Handbuch, eine sehr gute Darstellung der in den letzten 10 Jahren erfolgten Entwicklung und des heute erreichten Standes, wobei die Ausführungen des Textteiles durch zahlreiche gut ausgewählte Abbildungen wirksam unterstützt werden. Von dem übrigen reichen Inhalt des Ergänzungsbandes soll hier besonders noch auf die Abschnitte „Festigkeitsberechnung der Dampfkessel" (mit einem Überblick über die Bauvorschriften) und „Herstellung der Kessel" hingewiesen werden, weil man darüber in ähnlichen Büchern kaum nennenswerte Angaben findet, diese aber in einem Werk, das Anspruch auf Vollständigkeit erheben will, nicht fehlen sollten. — Auf Grund seines erschöpfenden Inhaltes und nicht zuletzt seiner mustergültigen Ausstattung kann das vorliegende Buch jedem, der sich in irgendeiner Weise mit dem Dampfkesselwesen beschäftigt, ganz besonders empfohlen werden. H. Seidel.

Eingegangene Doktordissertationen.

Georg Nauk, Über den Einfluß des Papieranteils mehrfach geschichteter Papierkondensatoren auf deren dielektrisches Verhalten. T. H. Braunschweig 1934.

Hans Ulrich Thormann, Untersuchungen über das Metallspritzverfahren nach Schoop. T. H. Karlsruhe 1933.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Das Wirtschaftsjahr 1934[1]. — Entgegen den am Anfang des abgelaufenen Jahres gehegten Hoffnungen muß man dem Bericht der Industrie- und Handelskammer zu Berlin, aus dem wir hier einige charakteristische Sätze wiedergeben, zunächst leider die Feststellung entnehmen, daß die Erkrankungsursachen der Weltwirtschaft und der Volkswirtschaften, im ganzen gesehen, 1934 noch in nichts überwunden worden sind, daß vielmehr die sich seit 1931 vollziehenden verwirrenden weltwirtschaftlichen Kräfteverschiebungen höchstens vorübergehende Notumschaltungen, keineswegs aber den Beginn einer Notüberwindung bedeuten. In aller Welt mag noch so viel von konjunkturellen Aufstiegen oder Aufstiegansätzen berichtet werden, überall handelt es sich doch, auf die Dauer gesehen, um ein Sichverlieren in neuen Sackgassen und damit um ein Erschließen neuer Notquellen. Das Vorherrschen aus den Jahrzehnten der Vorkriegszeit herrührender Vorstellungen lähmt alle Versuche, zu wirklicher weltwirtschaftlicher Gesundung vorzudringen, und hinter aller vermeintlichen Verständigungs- und Revisionspolitik der letzten 15 Jahre steht immer als letzter Wunsch, Deutschlands weltpolitische Wiedererstarkung zu verhindern und wenigstens auf diese Weise einen Teil des ursprünglich auf dessen Vernichtung ausgerichteten Kriegszieles zu erreichen. Wenn — um noch weitere Äußerungen der Kammer anzuführen — das Bemühen der deutschen Wirtschaft, die Hemmungen auf dem Weltmarkt zu überwinden, unter diesen Umständen nur relativ bescheidene Erfolge aufwies, im ganzen gesehen aber keine Erweiterung des weltwirtschaftlichen Arbeitsanteils erreichte, so lag das nicht an Unzulänglichkeiten auf deutscher Seite, sondern hauptsächlich an der sich eindeutiger denn je auswirkenden, seit Jahren bestehenden Zwiespältigkeit zwischen der Handels- und Schuldenpolitik. Dabei muß die durch die politischen und wirtschaftspolitischen Maßnahmen der anderen führenden Welthandelsländer fast bis zur Unerträglichkeit isolierte deutsche Wirtschaft darum ringen, aus diesem ihr aufgezwungenen Zustand Kraft für den neuen Aufbau und die Voraussetzungen für eine erneute Einschaltung in die weltwirtschaftliche Arbeitsteilung zu gewinnen.

Daß unter nunmehr geordneten politischen Verhältnissen im Reich binnenwirtschaftlich Gesundung und Aufwärtsbewegung angehalten haben, zeigt u. a. auf dem Gebiet der Elektrizitätsversorgung der nutzbare Stromabsatz der Berliner Kraft- und Licht- (BEWAG) AG., der bis Oktober gegen die gleiche Zeit des Vorjahres um rd. 91 Mill kWh oder fast 11 % gewachsen ist. Der Bedarf der industriellen und gewerblichen Hochspannungsabnehmer hat sich um 19 %, die Lieferung von Verkehrstrom um 5 %, der Verbrauch von Niederspannungstrom für Beleuchtung und elektrische Geräte im Haushalt um nahezu 4 % erhöht. An Elektroherden verzeichnet die Gesellschaft in den 10 Monaten eine Steigerung um über 5000 auf etwa 10 200, an Heißwasserspeichern um rd. 1800 auf 6500. Die Anzahl der Hausanschlüsse erfuhr eine Zunahme um 7303 auf 114 871, die der Niederspannungskonsumenten um 75 554 auf rd. 1,204 Mill. Während derselben Zeitspanne konnte die Märkische Elektricitätswerke AG. rd. 131,7 Mill kWh bzw. 30,4 % mehr elektrische Arbeit liefern als in dem entsprechenden Zeitraum von 1933.

Für die herstellende Elektroindustrie, die auf dem Inlandsmarkt einen bedeutenden Aufschwung zu verzeichnen, im Auslandsgeschäft jedoch einen zähen Abwehrkampf gegenüber der noch immer wachsenden Verschlechterung des Absatzes vor allem nach den europäischen Ländern zu führen hatte, waren die Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen der Regierung besonders mittelbar von großer Bedeutung. Unmittelbar mit bezüglichen Aufträgen bedachte Teile der Wirtschaft konnten infolgedessen die elektrische Ausrüstung der Betriebe ausbauen, der allgemeine Wiederaufstieg erhöhte weitgehend die Kaufkraft bis zum letzten Verbraucher, und in gleicher Richtung wirkte die durch das Vorgehen der Regierung geweckte Privatinitiative der Elektroindustrie selbst. Reichsbahn und Reichspost freilich hielten mit Bestellungen noch stark zurück, zunächst auch die Gemeinden, doch haben inzwischen die Regierungsmaßnahmen begonnen, die Elektrizitätswerke aus der Verflechtung mit deren allgemeinen Etatspolitik zu lösen, so daß voraussichtlich bald in größerem Umfang an die Durchführung fälliger Erneuerungen und Verbesserungen der Stromerzeugungs- und Verteilungsanlagen herangegangen werden kann. Weitere Rückgänge des Ausfuhrgeschäfts ließen sich einschränken, im Überseehandel konnten Anzeichen zur Besserung festgestellt werden. Der Großhandel mit Beleuchtungskörpern erfuhr mittelbar einen deutlichen Auftrieb, der Glühlampenabsatz auf dem Binnenmarkt hat sich weiter günstig entwickelt, und die Besserung im Elektroinstallationsgewerbe, dem die Werbeaktionen der AFE kräftige Unterstützung boten, steigerte sich zu erheblichem Aufschwung. Der Umsatz in Elektrohausgeräten war nur im Herdgeschäft lebhafter. Die Funkindustrie vermochte in den ersten neun Monaten des Berichtsjahres 542 596 größere Geräte und 442 868 Volksempfänger zu verkaufen; der Absatz normaler Empfangsgeräte zeigte deutlich eine Verlagerung vom einfacheren zum trennschärferen Empfänger. Die Lage des Rundfunkeinzelhandels hat sich im Gegensatz zu der des Großhandels etwas verschlechtert.

Mit den uns durch das unheilvolle Verhalten des Auslands aufgezwungenen Einengungen und Beschränkungen des freien wirtschaftlichen Schaffens ist die deutsche Wirtschaft in einen Schwebezustand gebracht worden, der, wie die Industrie- und Handelskammer in ihrem Ausblick auf 1935 sagt, das angebrochene Wirtschaftsjahr nur als ein Jahr des Übergangs erscheinen lassen kann. Ihm wird, mindestens zunächst, der Zwang zu weitgehendem Ersatz fremder Rohstoffe durch eigene Erzeugnisse bisheriger oder neuer Art eigentümlich sein. Tritt das deutsche Volk — und man darf das im Vertrauen auf seine gerade in Augenblicken der Gefahr immer bewährte Tüchtigkeit zuversichtlich erwarten — an diese Aufgabe mit demselben freudigen Optimismus und zielbewußten Willen heran, wie dies bei dem großen Arbeitsbeschaffungsprogramm der nationalsozialistischen Regierung der Fall war, dann wird auch dem neuen, nicht weniger bedeutungsvollen Werk der Erfolg nicht fehlen. *fm.*

[1] Vorjahrsbericht, ETZ 1934, S. 84.

Abschluß des Heftes: 1. Februar 1935.

Für die Schriftleitung (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 14. Februar 1935 | Heft 7

Auslandslieferungen Deutscher Firmen

Der Inhalt dieses Heftes ist der Aufgabe gewidmet, im Rahmen einer Reihe von Beispielen einen kleinen Ausschnitt davon zu geben, wie die deutsche Elektroindustrie in dem technischen Gesamtwirken der Kulturnationen weiterarbeitet und ihren Aufgaben sich gewachsen zeigt.

Es dürfte kaum eine andere deutsche Industrie geeigneter sein als die elektrotechnische, sowohl der Pflege der Ausfuhr als auch der Mahnung an das Ausland, deutsche Waren anzunehmen, wenn es seine Forderungen an Deutschland beglichen haben wolle, Erfüllung zu verschaffen. Es kann nicht in Frage kommen, dem Ausland Waren aufzudrängen, die es glaubt in gleicher Güte anderweitig beschaffen zu sollen; es kann sich vielmehr nur um Erzeugnisse handeln, die es als deutsche Ware schätzt und darum gern annimmt. Hierin hat die deutsche Elektroindustrie von jeher eine besondere Stellung eingenommen. Ihre grundlegenden Erfindungen waren von so entscheidender Bedeutung, daß sie alsbald überall im Ausland das höchste Interesse und das Verlangen wachriefen, sie sich so schnell wie möglich nutzbar zu machen.

Deutsche Ingenieure und Arbeiter legten das erste transatlantische Kabel, deutsche Ingenieure und Arbeiter schufen die ersten Telegraphenlinien, die sämtliche Großstädte des russischen Reiches miteinander verbanden, deutsche Ingenieure bauten die indo-europäische Telegraphenlinie.

Die deutsche Elektrotechnik blieb, abgesehen von gewissen Schwankungen, die mit dem Weltkrieg kamen und bald nach seiner Beendigung wieder verschwanden, in vorderster Linie der Entwicklung und der Ausfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse. Neben Deutschland haben die Vereinigten Staaten von Nordamerika sich schon früh an dem Aufbau beteiligt. Ihr Hauptverdienst lag in der geschäftlichen Brauchbarmachung mancher Erfindungen, vor allem für die Massenverwendung. So sind zum Beispiel die von Göbel erfundene Glühlampe zuerst von Edison, das von Reiß erfundene Telephon zuerst von Graham Bell und die von Werner Siemens geschaffene elektrische Zugförderung erstmals in den Vereinigten Staaten von Amerika dem Gebrauch eines großen Publikums zugänglich gemacht und dann wieder in Deutschland weiter ausgebildet worden. Auf Grund dessen sind denn auch die Elektroausfuhr Deutschlands und die der Vereinigten Staaten heute der Ausfuhr aller übrigen Länder weit voraus.

In der Krise ist die deutsche Elektrotechnik weit weniger stark zurückgegangen als die der übrigen Länder zusammengenommen. Diese Erfolge haben ihren Grund darin, daß Deutschland mit seiner nunmehr bald 90jährigen Erfahrung auf elektrotechnischem Gebiet, mit seiner unter schweren Opfern ununterbrochen fortgeführten Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf Grund der erfinderischen Arbeit des deutschen Volkes, der hervorragenden Ausbildung seiner Ingenieure und seiner Facharbeiterschaft sich eine besondere Stellung zu verschaffen vermocht hat, indem es mehr und mehr technisch höchstwertige Erzeugnisse ausführte und besonders qualifizierte Anlagen im Auslande errichtete. Es hat sich dadurch, während auf dem Gebiet der normalen Maschinen und Apparate auch die anderen Länder sich zunehmend zu guten eigenen Leistungen entwickelten, für diese besonderen Erzeugnisse die Bevorzugung durch die Kundschaft des Auslandes errungen und erhalten.

Die deutsche Elektroausfuhr verdrängt somit nicht die Elektroindustrie der anderen Länder, sondern ergänzt sie in einer für diese und für den gesamten Fortschritt und das Gesamtwohl vorteilhaften Weise.

Das hier folgende Bild von deutscher Arbeitsleistung in der Welt kann nur ein Fragment sein; es ließe sich in seinen Ausmaßen und in seiner Mannigfaltigkeit beliebig erweitern, doch bliebe hierbei sein Charakter derselbe.

Digitized by Google

Deutsche Fernsprech-Selbstanschlußtechnik in aller Welt.

Auf dem Weltmarkt außerhalb der Vereinigten Staaten von Nordamerika und Kanada sind es im wesentlichen drei Selbstanschlußsysteme, die miteinander im Wettstreit stehen, die nach den sie in der Hauptsache vertretenden Firmen das Siemens & Halske-System, das Automatic Electric-System, das Siemens Brothers-System — das Standard-(Rotary-)System — und das Ericsson-System genannt seien. Das Siemens & Halske-System baut auf der Erfindung des Amerikaners Strowger auf,

Abb. 1. Selbstanschlußamt Zentrum in Athen.

ebenso wie die Systeme der Automatic Electric Co., Liverpool, und das System von Siemens Brothers London, welche Firma sich bekanntlich bis zum Kriege in den Händen von Siemens & Halske AG. befand. Das erste öffentliche Amt in Europa wurde von der Deutschen Reichspost in Hildesheim im Jahre 1908 mit rund 900 Anschlüssen eröffnet. Es war gebaut von den Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken in Karlsruhe, denen die Fabrikation von der Ludwig Loewe AG., der damaligen Patentinhaberin, übertragen war. Im gleichen Jahre schloß die bayerische Postverwaltung mit der Firma Siemens & Halske AG., auf die inzwischen die Patente übergegangen waren, den Vertrag auf die Automatisierung des Ortsnetzes München nach dem 100 000er System ab. Mit dem Bau dieses Netzes beginnt dann die große Entwicklung dieses Systems in der Welt.

Nachdem das Ausland zunächst kleinere Anlagen aus Deutschland bezogen hatte, folgten nach der Bewährung des Amtes München-Schwabing bald die ersten größeren Aufträge auf öffentliche selbsttätige und halbselbsttätige Anschlußämter aus Holland (Amsterdam) und Italien (Rom). Der Krieg unterbrach nun zwar vorerst eine aufblühende Entwicklung des deutschen Auslandsgeschäftes auf diesem Gebiet. Jedoch hatten sich die vor dem Kriege in Italien gebauten Ämter, obwohl in der Kriegszeit nur wenig geübtes Personal für die Pflege zur Verfügung stand, so bewährt, daß man wieder auf diese deutsche Technik zurückgriff, sobald es möglich war. Die Selbstanschlußtechnik gehörte zu den ersten Absatzgebieten, auf denen die zerrissenen Fäden der Handelsbeziehungen wieder angeknüpft wurden, denn schon 1920 erstellten Siemens & Halske wieder Selbstanschlußämter in Rom, Mailand, Genua, Turin und Florenz.

Weiterhin entschlossen sich wenig später die Schweiz, Finnland, Jugoslawien und die Tschechoslowakei, Selbstanschlußämter nach dem gleichen System einzurichten. Der Ruf von der Güte der deutschen Konstruktionen drang auch bis zu überseeischen Ländern. Als nämlich im Jahre 1923 ein Erdbeben die Fernsprechämter mehrerer großen Städte in Japan zerstörte, wurden Siemens & Halske mit der Errichtung neuer Ämter in Yokohama, Osaka und Kobe beauftragt. Diese Beziehungen wurden sorgfältig gepflegt, so daß in den letzten Jahren weitere Bestellungen auf Ämter in der Mandschurei folgten. Auch China ließ deutsche Selbstanschlußämter in Tientsin, Hankow und anderen Städten errichten.

Im Wettbewerb spielt neben dem reinen Verkaufsgeschäft an Telephonverwaltungen (staatliche und gemeindliche Verwaltungen wie private Gesellschaften) auch der Erwerb von Fernsprechkonzessionen durch die fabrizierenden Firmen selbst eine große Rolle. Es ist klar, daß der Wettbewerb auf diesem Gebiete, da die Finanzierung von Betriebsgesellschaften die Investierung bedeutender Summen erfordert, für deutsche Firmen gegenüber den kapitalkräftigeren amerikanischen Gesellschaften unmittelbar nach dem Kriege sehr schwierig war. Es gelang aber der Firma Siemens & Halske AG., in Argentinien, Paraguay und Griechenland (Abb. 1) solche Konzessionen zu erwerben.

Obwohl die Fernsprech-Selbstanschlußtechnik bereits auf hoher Stufe steht, ist die Entwicklung doch noch nicht abgeschlossen. So steht seit Jahren berechtigterweise der Wunsch nach Verbesserung des Fernsprechverkehrs für das flache Land im Vordergrund. Erwähnt sei z. B., daß Siemens & Halske hierfür u. a. ein neues halbselbsttätiges Fernsprechsystem geschaffen hat. Mit diesem ist es möglich, bei gleichzeitiger Schaffung moderner betrieblicher Vorteile und Sicherheiten das noch in vielen Landbezirken besonders im Auslande verwendete Ortsbatteriesystem meist mit Einfachleitungen beizubehalten. Vorhandene Leitungsnetze und Teilnehmerapparate veralteter Konstruktion können also trotz Modernisierung des Fernsprechbetriebes verwendet werden, bis ein endgültiger Verbrauch solcher vorhandenen Einrichtungen und eine genügende Sprechverkehrsdichte die Beschaffung neuester technischer Einrichtungen rechtfertigen[1]). Von deutschen Technikern wurde auch die Weiterentwicklung der Fernsprecher für Teilnehmer mit geringer Verkehrsdichte in eng besiedelten Gebieten betrieben. Es wurde das im Auslande für meist Privat-Fernsprechteilnehmer häufiger verwandte Party-line-System zu einem vollautomatischen System entwickelt, ohne Abänderung der dem System eigenen eingeschränkten Leitungsanlage. Die damit verminderten Anlagekosten geben die Möglichkeit einer weitesten Verbreitung des Fernsprechers, ohne Verzicht auf die Vorteile des Selbstanschlusses.

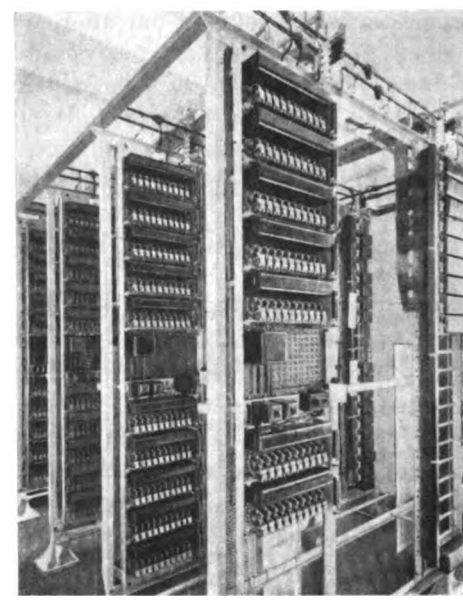


Abb. 2. Teilansicht der Fernsprechzentrale im Hauptbahnhof Mailand

Auch in der Gestaltung und Fertigung der Apparate und Einzelbestandteile konnte sich die deutsche Industrie den Bedürfnissen des Weltmarktes anpassen. So beanspruchen beispielsweise die Wähler einschließlich Kontaktsätzen heute einen viel kleineren Raum und bedeutend weniger Werkstoff als früher verwendete Modelle. Ferner wurden alle Einzelteile den im tropischen Klima gesteigerten Ansprüchen angepaßt. Es ist wohl als ein gutes Zeichen für die Güte der deutschen Konstruktionen anzusehen, daß die im europäischen Klima bewährten

[1]) Vgl. „Fortschritte der Fernsprechtechnik", herausg. v. Siemens & Halske AG., 1933, Nr. 7/8, S. 14.

Digitized by Google

Bauteile mit nur geringen Änderungen sich auch für die Tropen eignen. So arbeiten aus Deutschland gelieferte öffentliche Ämter und private Zentralen nicht nur im europäischen Ausland (Abb. 2), sondern auch in zahlreichen tropischen und subtropischen Ländern — genannt seien z. B. Guatemala, Brasilien, Paraguay, Columbien, Argentinien — zur vollsten Zufriedenheit.

Im Laufe der letzten Jahre, die für Deutschland Krisenzeiten im Export waren, wurden der deutschen Selbstanschlußtechnik durch Siemens & Halske neue Absatzgebiete in Uruguay und Bulgarien erschlossen. Der Abschluß der Lieferungen für Uruguay ist deshalb besonders bemerkenswert, weil hiermit das erste große Warentauschgeschäft getätigt wurde. Die maßgebenden Gründe zu der Art des Abschlusses waren insbesondere für den Abnehmer die Schwierigkeiten, die erforderlichen Devisen aufzubringen. Die Lieferungsaufträge auf selbsttätige Fernsprechämter aus Bulgarien, durch die größte Teile des Landes und der Eisenbahnbetrieb neueste Fernsprecheinrichtungen erhalten, kamen auf ähnlicher Grundlage zustande.

Für das In- und Ausland sind rund 3,4 Mill voll- und halbselbsttätige Fernsprechanschlüsse von Siemens & Halske A G., Berlin, hergestellt. Ferner sind nach den technischen Angaben der obigen Firma im Auslande außerdem noch rund 210 000 voll- und halbselbsttätige Anschlüsse hergestellt.

Deutsche Selbstanschlußtechnik hat also seit über 25 Jahren ihr Teil mit dazu beigetragen, zwischen Deutschland und dem Ausland neue Handelsbeziehungen zu knüpfen und alte wieder anzubahnen und zu festigen. Auch unter schwierigsten handelspolitischen und finanziellen Verhältnissen sind neue Wege gesucht und gefunden worden, um den Warenaustausch auf diesem Teilgebiet der Technik mit fremden Ländern zu erhalten.

Druckgasschalter in Hochspannungs-Schaltanlagen.

Die guten Betriebserfahrungen, die mit öllosen Schaltern seit ihrer Einführung in die Praxis bereits erzielt wurden, lassen den Schluß zu, daß Ölschalter immer mehr aus den Hochspannungs-Schaltanlagen verschwinden werden. Die Gefahrlosigkeit, mit der Druckgasschalter der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft ihre Nenn-Abschaltleistungen bewältigen, die Einfachheit des Einbaues, die bequeme Überwachung und der geringe Platzbedarf machen sie zu wertvollen Leistungsschaltern.

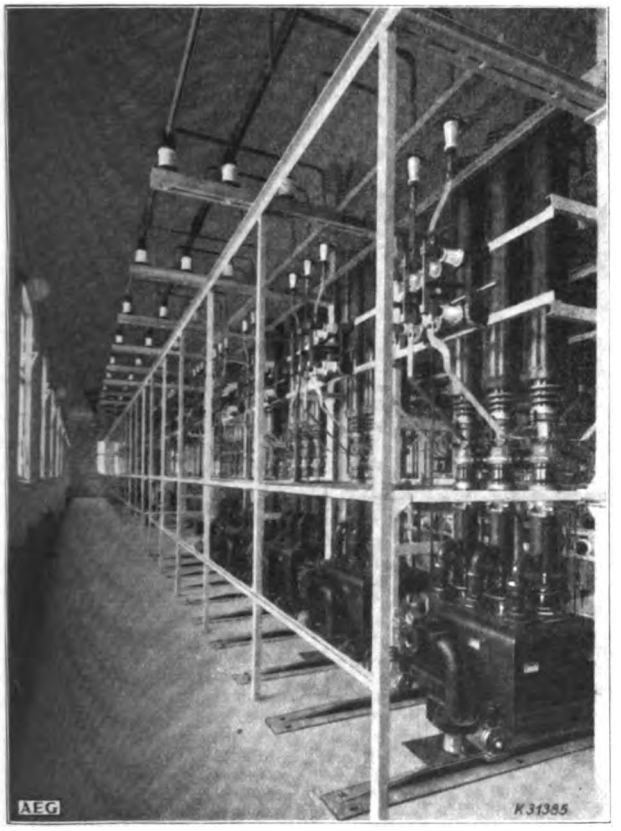
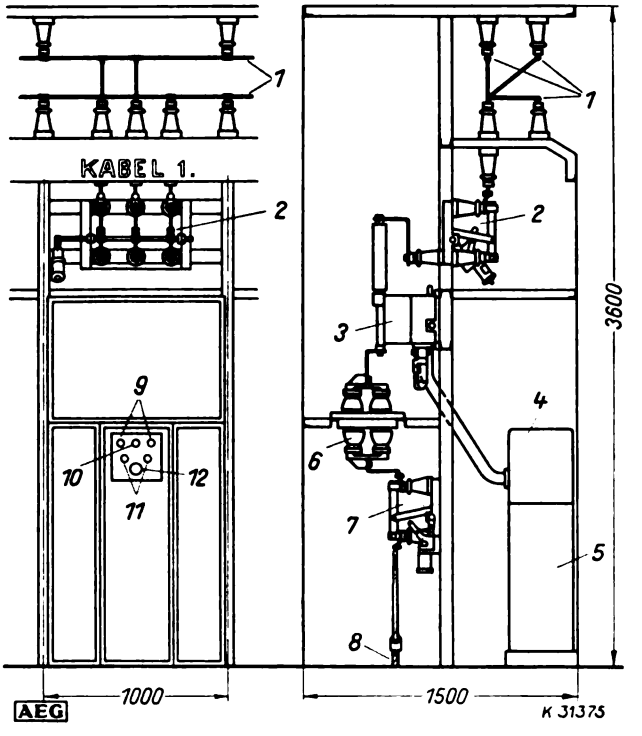


Abb. 1. Hochspannungs-Schaltanlage im Umspannwerk Engerthstraße der St. E. W. Wien mit Druckgasschaltern Form CP für 600 und 1500 A, 500 MVA.

Abb. 1 zeigt einen Teil der Schaltanlage im Umspannwerk Engerthstraße der Städtischen Elektrizitätswerke Wien, wo Druckgasschalter Reihe 10 für 600 bzw. 1500 A Nennstrom und eine Abschaltleistung von 500 MVA zur Aufstellung kamen. Es wurde hier von der offenen Hallenbauweise ohne Zwischenwände Gebrauch gemacht, die eine wesentliche Ersparnis an Platz ergibt. Die erforderliche Druckluft wird in einer getrennt aufgestellten Kompressoranlage mit großem Luftspeicher erzeugt. Außerdem besitzt jeder Schalter einen Einzelluftbehälter, aus dem die Druckluft für mehrere Ein- und Ausschaltungen entnommen werden kann, so daß eine vorübergehende Abschaltung der zentralen Kompressoranlage die Schalter in ihrer Betriebsfähigkeit nicht beeinträchtigt. Mit Rücksicht auf die hohe Abschaltleistung wurden die Schalter als stehender Typ ausgebildet. Der gleiche Typ, jedoch für Reihe 20, ist auch bei der Union d'Électricité, Paris,



1 Sammelschiene
2 Sammelschienen-Trennschalter
3 Druckgasschalter
4 Steuerapparatur (abgedeckt)
5 Druckluftbehälter
6 Stromwandler
7 Kabeltrennschalter
8 abgehendes Kabel
9 Signallampen
10 Signallampen-Schalter
11 Zugknöpfe für Handschaltung
12 Manometer

Abb. 2. Kabelfeld mit Druckgasschalter Reihe 10, 350 A, 100 MVA.

aufgestellt worden. 8 Schalter sind dort bereits in Betrieb; 12 weitere befinden sich z. Z. in der Montage.

Für kleinere Abschaltleistungen findet die Wandtype besonderen Anklang. Eine größere Bestellung hierauf befindet sich ebenfalls für die Union d'Électricité, Paris, in Arbeit. Weitere Lieferungen sind nach Italien, Holland, Belgien, den nordischen Ländern und Spanien erfolgt. Der Einbau von Druckgasschaltern für

Digitized by Google

Wandmontage ist infolge ihrer Anpassung an die geradlinige Leitungsführung bei Umbauten bestehender Ölschalteranlagen in allen Fällen ohne weiteres möglich. Unter Umständen läßt sich sogar eine Platzersparnis zur Unterbringung weiterer Hochspannungsapparate ohne Vergrößerung der vorhandenen Räumlichkeiten erzielen. Den Bedienungsgang und einen Einblick in die hinter der Schaltwand liegenden Zellen einer Schaltanlage, die von Ölschalterbetrieb auf Druckgasschalterbetrieb umgebaut wurde, zeigt Abb. 3. Jeder Schalter besitzt einen in diesem Falle vor der Schaltwand stehenden Einzeldruckluftbehälter. Sämtliche Behälter sind wiederum an eine zentrale Kompressoranlage angeschlossen. Oben auf den Behältern sind, durch eine Haube verdeckt, die Steuerventile für Hand- und Fernbetätigung untergebracht. An der Haube sitzen jeweils die Zugknöpfe zur Ein- und Ausschaltung von Hand und das Manometer, das den vorhandenen Druck anzeigt. Die Schaltwand bot im übrigen noch genügend Platz, um Meßinstrumente und Relais unterzubringen.

Die Aufstellung der Druckluftbehälter im Bedienungsgang kann nach verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen, zumal es durchaus möglich ist, die Druckluftbehälter in Schränken innerhalb der Schaltkammern unterzubringen. Diese Schränke sind durch Vollblechtüren, die die Ausschnitte für die Betätigungs-Druckknöpfe, Manometer, Meßinstrumente und Relais besitzen, abgeschlossen, so daß diese Anordnung eine vollkommen glatte Bedienungswand ergibt und trotzdem bei der Revision an den Druckgasbehältern und den Relais eine Berührung mit der Hochspannung unmöglich macht.

Ein solcher Aufbau, fertig in der Werkstatt hergestellt, ist aus Abb. 2 zu ersehen, wobei wiederum die

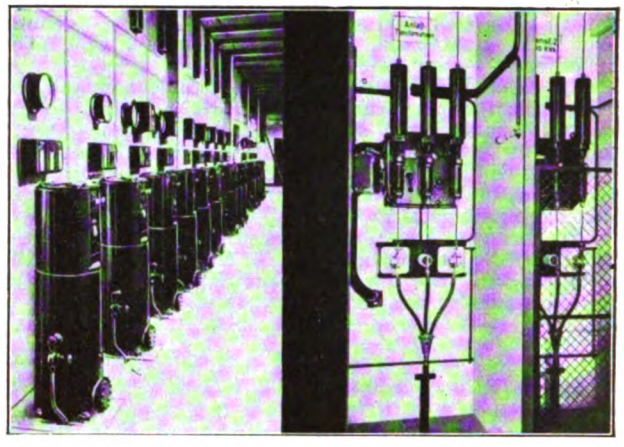


Abb. 3. 3 kV-Schaltanlage mit Druckgasschaltern Reihe 10, 600 A, 200 MVA.

äußerst einfache und übersichtliche Bauweise auffällig in Erscheinung tritt.

Bahnumformer für Algerien.

Für die Stromversorgung der Strecke Duvivier—Oued Keberid der Chemins de fer Algériens de l'Etat[1]) lieferte Brown Boveri & Cie., Mannheim, sieben Umformer mit einer Gesamtdauerleistung von 17 500 kW (Abb. 1). Diese Strecke wurde mit 3000 V Gleichstrom elektrisiert. Auf Grund eingehender Prüfungen der Betriebsverhältnisse entschied man sich dazu, den Drehstrom des 90 kV-Netzes mit Synchron-Motorgeneratoren in Gleichstrom umzuformen. Diese Umformerart wurde vor allem gewählt, um der Forderung der elektrischen Bremsung unter Stromrückgewinnung nachkommen zu können; die Züge fahren in der Regel unbelastet bergauf und mit schweren Erzen beladen zurück. Auch wurde Wert darauf gelegt, die Belastungstöße des Gleichstrombahnnetzes vom Drehstromnetz fernzuhalten.

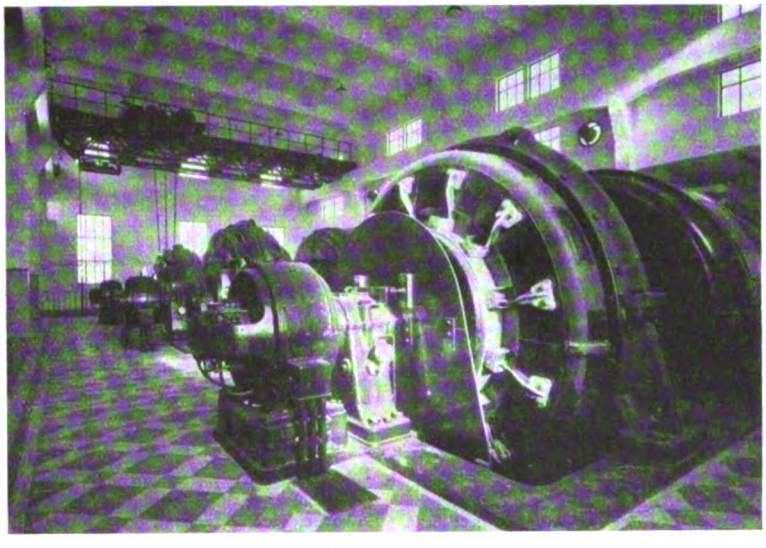


Abb. 1. Unterwerk Souk Ahras in Algerien mit drei 1250 kW-Brown-Boveri-Bahnumformern.

Diese Motorgeneratoren, die die größten bisher in Europa für diese Spannung gebauten sind, haben sich im Betrieb sehr gut bewährt. Jede Umformergruppe besteht aus zwei in Reihe geschalteten Gleichstromgeneratoren mit einem gemeinsamen Erreger, die von einem Synchronmotor angetrieben werden. Die Gleichstromgeneratoren sind für folgende Verhältnisse bemessen:

Leistung:	1250 kW dauernd,	
	1880 kW 2 h	} im Anschluß
	3750 kW 5 min	} an Dauer-Vollast
Spannung:	1500 V, isoliert für 3000 V gegen Erde	
Drehzahl:	500 U/min.	

Der Synchronantriebsmotor ist entsprechend der für die beiden Gleichstromgeneratoren erforderlichen Antriebsleistung und für eine Spannung von 5500 V, 50 Hz ausgeführt. Die Umformergruppen werden asynchron mit einem Anlaß-Stufenschalter angelassen, der die Motoren zunächst an eine Teilspannung legt und sie nach dem Hochlaufen auf volle Spannung umschaltet. Auf der Gleichstromseite wurde jede Generatorgruppe mit einem BBC-Schnellschalter neuester Bauart versehen; auch für die abgehenden Leitungen wurden Schnellschalter gleicher Bauart verwendet.

Bei diesen Umformern waren sehr schwierige Forderungen zu erfüllen. Für die Generatoren mußte vor allem eine hohe Kurzschlußsicherheit angestrebt werden, da im Betrieb mit zahlreichen heftigen Kurzschlüssen gerechnet werden mußte. Die Bahnverwaltung stellte die Forderung, daß die Generatoren fünf in Abständen von 30 s aufeinanderfolgende Kurzschlüsse aushalten und daß dann der Betrieb anstandslos weitergeführt werden kann. Durch eine geeignete Anordnung der Läuferwicklung, günstige Polzahl, reichliche Bemessung der Wendepole und eine Kompensationswicklung wurde eine einwandfreie Kommutierung bei allen Belastungen, auch bei der dreifachen Dauerleistung, erreicht. Sämtliche Wicklungen sind wegen der hohen Kurzschlußströme besonders sorgfältig abgestützt. Der Kommutator wurde sehr reichlich bemessen und die Lamellen durch Glimmer gut voneinander isoliert. Die Bürstenhalter, die an kräftig ausgebildeten Bürstenträgern befestigt sind, wurden zum Schutze gegen Ausbrennen bei Rundfeuer mit Schutzkästen umgeben. Die Luft wurde so geführt, daß am Kommutator eine starke Blaswirkung hervorgerufen wird, um das Ausbilden von Rundfeuer zu erschweren.

[1]) ETZ 1934, S. 886.

Digitized by Google

Der Synchronmotor wird zusätzlich vom Belastungsstrom der Gleichstromgeneratoren erregt, so daß bei Stoßbelastungen eine kräftige Übererregung hervorgerufen und dadurch ein Außertrittfallen der Maschinen unterbunden wird. Die Spannung der Gleichstromgeneratoren mußte eine möglichst kleine Welligkeit aufweisen, um Telephonstörungen zu vermeiden. Durch eine geeignete Nutenanordnung ergab sich eine Welligkeit von nur 0,05 % der Klemmenspannung, die erheblich unter dem verlangten Wert liegt.

Bei den Kurzschlußversuchen der Umformergruppe mit ihren Schnellschaltern wurden Kurzschlußströme von 24 500 A bei 3000 V in 0,02 s einwandfrei abgeschaltet; auch die Umformer verhielten sich hierbei einwandfrei. Da betriebsmäßig zwei Umformer parallel arbeiten und durch einen gemeinsamen Schnellschalter mit dem Bahnnetz verbunden werden, wurde bei einer Versuchsreihe dieselbe Anordnung hergestellt. Hierbei wurden durch einen Schnellschalter Kurzschlüsse bis zu 45 000 A abgeschaltet. Die fünf vertraglich zulässigen kurz aufeinanderfolgenden Kurzschlüsse wurden in dieser Schaltung hergestellt. Die Versuche verliefen sehr zufriedenstellend; nach ihrer Durchführung waren die Umformer ohne weiteres für die Aufnahme eines Dauerbetriebes betriebsfertig.

Der Gesamtwirkungsgrad der Umformergruppen wurde bei $^5/_4$ Last, die ungefähr der Modelleistung entspricht, zu 92 %, bei $^4/_4$ Last zu 91,2 % gemessen. Die Erwärmungsversuche wurden in Kreisschaltung durchgeführt; die verlangten scharfen Forderungen bezüglich Erwärmung, die über die REM-Vorschriften hinausgingen, wurden eingehalten.

Auf Grund der günstigen Versuchsergebnisse war anzunehmen, daß sich die Maschinen im Betrieb sehr gut bewähren würden, und diese Erwartungen wurden, seitdem die Maschinen an Ort und Stelle von der Cie. d'Entreprises Électro-Mécaniques aufgestellt wurden, in jeder Hinsicht erfüllt.

Deutsche Hochspannungsisolatoren für einige bemerkenswerte ausländische Anlagen.

Wenn in den letzten Jahren trotz der bekannten Behinderung der deutschen Ausfuhr wichtige ausländische Freileitungen ganz oder zum überwiegenden Teil mit deutschen Hochspannungsisolatoren ausgerüstet worden sind, so spricht das überzeugend für ihre Wertschätzung auf dem Weltmarkt. Es sollen nachstehend einige bemerkenswerte ausländische Leitungen beschrieben werden, bei denen die einzubauenden Isolatoren hohen Ansprüchen genügen mußten.

Vor allem kommt hier die als technische Großleistung zu wertende 150-kV-Leitung über den Sankt Gotthard (Schweiz) in Frage, die im vergangenen Herbst fertiggestellt wurde und in ihrem gegenwärtigen Ausbau die Tessiner Kraftwerke Piottino und Biaschina mit dem nördlich der Alpen gelegenen schweizerischen Hochspannungsnetz verbindet. Wegen ihrer Bedeutung für einen etwaigen späteren Energieaustausch zwischen Deutschland, Italien und Frankreich ist diese Leitung von vornherein so gebaut worden, daß sie nach Verstärkung der Isolation und der Leiter sogar mit 350 kV betrieben werden kann. Dem Bau dieser Leitung, die am Bätzberg in 2160 m Höhe ihren Scheitelpunkt erreicht und somit die am höchsten gelegene europäische Fernleitung ist, stellten sich Geländeschwierigkeiten entgegen, die selbst für eine ausgesprochene Hochgebirgsleitung ungewöhnlich groß zu nennen sind. So mußten, um einige kennzeichnende Beispiele zu nennen, bei Lavorgo und bei Dalpe Spannweiten von 900 bzw. 1100 m bei 450 bzw. 260 m Höhenunterschied in einem Sprunge überbrückt werden, während die Urserenüberquerung und die Schöllenenkreuzung Spannweiten von sogar 1500 bzw. 1260 m bei Geländeunterschieden von 125 bzw. 106 m erforderten. Hervorzuheben sind weiter die Kreuzungen des Rientales und der Reuß bei Göschenen mit Spannweiten von 690 bzw. 910 m und Höhenunterschieden von 190 bzw. 260 m.

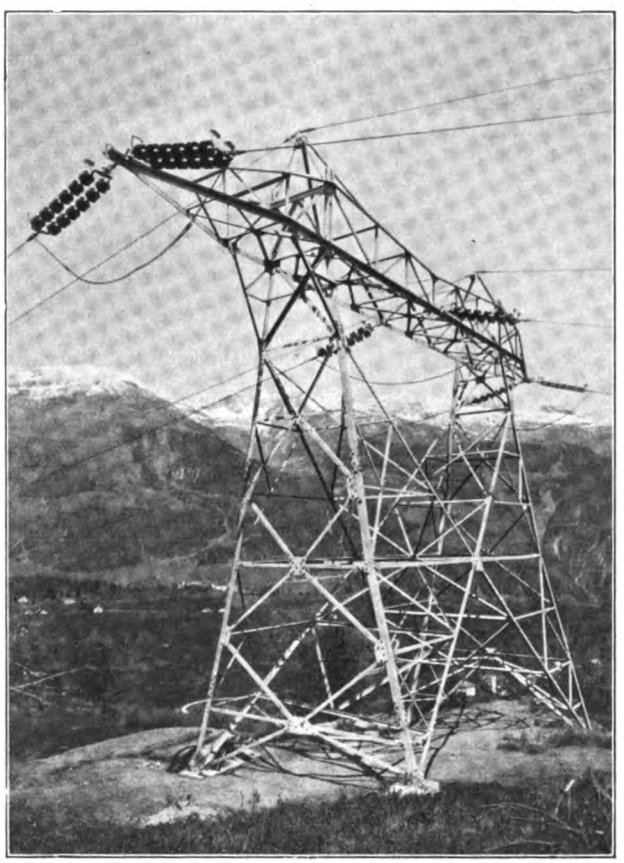


Abb. 1 Mit Motor- (Vollkern-) isolatoren ausgerüsteter Abspannmast der 150- (350-) kV-Leitung über den Sankt Gotthard.

Da, wie diese Angaben bereits erkennen lassen, große Abschnitte der Strecke im Winter völlig unzugänglich sind, entschied man sich dafür, sie mit Vollkern-(Motor-) Isolatoren auszurüsten. Ausschlaggebend war hierbei, daß diese Isolatoren, deren Entwicklung auf die Motor-Columbus AG. in Baden (Schweiz) zurückgeht und hauptsächlich in Deutschland gefördert worden ist, praktisch durchschlagsicher sind und bei dem heutigen Stand der keramischen Fertigung auch sehr hohe mechanische Festigkeitswerte besitzen. Infolgedessen brauchen sie nicht, was bei den erwähnten Geländeschwierigkeiten sowieso kaum möglich gewesen wäre, von Zeit zu Zeit auf ihre elektrische Sicherheit hin nachgeprüft zu werden. Anderseits wurde eine zweimalige scharfe mechanische Prüfung jedes einzelnen Isolators vor dem Einbau vorgeschrieben, um sicherzustellen, daß auch ungewöhnlich hohe Beanspruchungen, wie sie z. B. bei starkem Rauhreif- oder Eisbehang zu erwarten sind, die Betriebsicherheit der Leitungen nicht gefährden. Diese mechanische Stückprüfung war im Lieferwerk mit 8 t und auf der Baustelle mit 7 t je 5 min lang vorzunehmen.

Insgesamt wurden in die 56 km lange Leitung, die in der erstaunlich kurzen Zeit von 5 Monaten erstellt worden ist, 5660 Vollkernisolatoren eingebaut. Hierbei wurden sämtliche Abspannmaste, wie Abb. 1 zeigt, mit Doppelketten ausgerüstet. An der Lieferung der Isolatoren waren deutscherseits die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft (Hescho) mit 1800 Stück und die Steatit-Magnesia AG. (Stemag) mit rd. 800 Stück beteiligt.

Gleichfalls eine kühne Ingenieurleistung der letzten Jahre stellt das Vermuntwerk der Vorarlberger Illwerke dar, das das Gefälle der Ill auf der 5,7 km langen Flußstrecke zwischen der Vermuntalp und der Ortschaft Parthenen ausnutzt. Dem in 1030 m Höhe gelegenen Kraft-

Digitized by Google

werk, Abb. 2, wird das Wasser aus einer als Jahresspeicher dienenden Talsperre von 5,4 Mill m³ Inhalt zugeleitet, die in der Nähe der Gletscher — 1700 m über dem Meeresspiegel — inmitten eines unwirtlichen und entlegenen Hochgebirges auf der Vermuntalp erbaut werden mußte. Der im Vermuntwerk erzeugte Strom wird an Ort und Stelle in einer Freiluftanlage von 6000 V Maschinenspannung auf 110 000 V umgespannt und durch eine 29 km lange Leitung dem Unterwerk Bürs bei Bludenz zugeführt. Hier wird der für Deutschland bestimmte Strom nochmals umgespannt und mit 220 000 V an die Nord-Süd-Leitung des RWE abgegeben, die von Bludenz nach Brauweiler bei Köln führt. Da das Vermuntwerk mit 150 Mill kWh Jahreserzeugung das größte österreichische Kraftwerk ist und wegen seiner vorerwähnten Stromabgabe nach Deutsch-

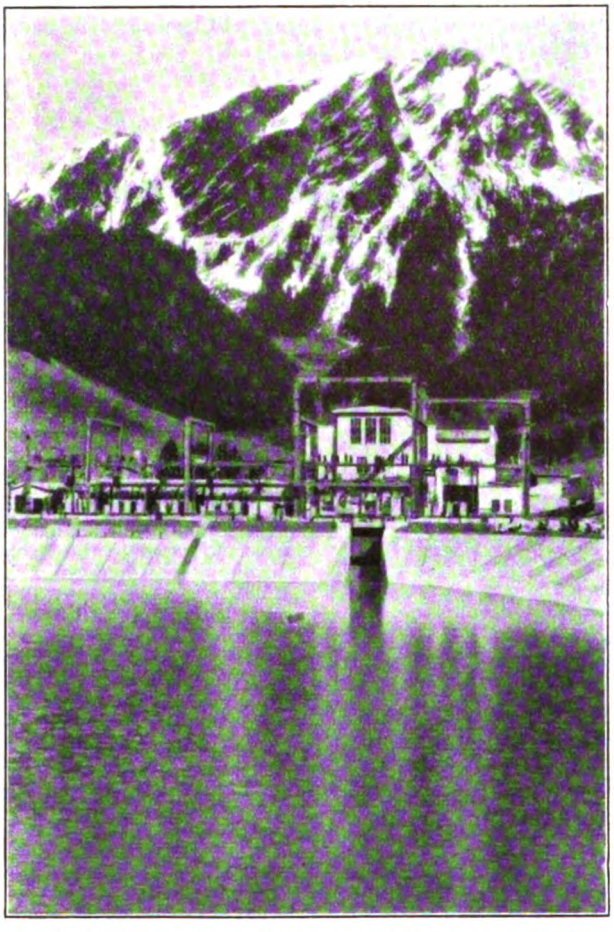


Abb. 2. Maschinenhaus, Freiluft-Schaltanlage und Ausgleichweiher des in 1930 m Höhe erbauten Vermuntwerkes.

land auch für den zwischenstaatlichen Energieverkehr eine große Bedeutung hat, wurde auf eine möglichst hohe Betriebsicherheit seiner Leitungen besonderer Wert gelegt. Für die Isolation der 110 kV-Leitung Vermuntwerk—Bürs und der 220 kV-Leitung Bludenz—Landesgrenze wurden deshalb kittlose Kappenisolatoren der von der Hescho entwickelten „Federring"-Bauart vorgeschrieben.

Hescho-Federring-Isolatoren sind auch in die 132 kV-Leitung des Nore-Kraftwerkes eingebaut worden, durch die vor einigen Jahren der erste Schritt zur Verwertung der dem norwegischen Staate gehörenden Wasserkräfte getan wurde. Abgesehen hiervon ist diese Leitung auch insofern bemerkenswert, als sie durch ein sehr bergiges Gelände führt und wegen der klimatischen Verhältnisse möglichst elastisch gebaut werden mußte. Abspannketten wurden deshalb lediglich an den End- und einigen Verdrillungsmasten eingebaut, während alle übrigen Maste, also auch Kreuzungs- und Eckmaste, Abb. 3, nur mit Hängeketten ausgerüstet worden sind. Hierbei bewirkten die Geländeverhältnisse bei vielen Masten einen nach oben gerichteten Seilzug, so daß hier die Hängeketten oberhalb statt unterhalb der Mastarme aufgehängt werden mußten. Größere bauliche Schwierigkeiten verursachte in der abgelegenen Gegend außerdem die auf Abb. 3 erkennbare Seekreuzung, die eine Spannweite von 1100 m auf 70 m hohen Masten erforderte.

Besonders erwähnenswert sind im vorliegenden Zusammenhang auch größere Lieferungen von **ölgefüllten Durchführungen** kittloser Bauart für Betriebspannungen

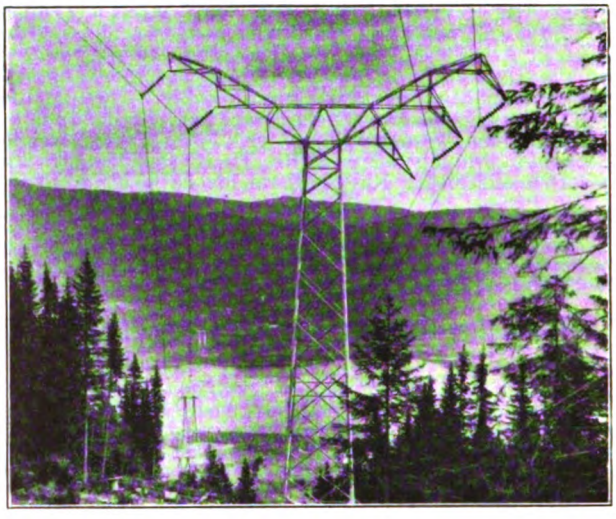


Abb. 3. Mit Federring-Isolatoren ausgerüsteter Eckmast der 132 kV-Leitung Nore—Oslo.

bis 220 000 V nach Italien und Frankreich. Abb. 4 zeigt als Beispiel eine Teillieferung von Freiluft-Innenraum-Durchführungen für die Société Hydro-Electrique des Vosges, die für 170 000 V Betriebspannung bestimmt sind. Kennzeichnend für diese von der Hescho entwickelten Durchführungen ist ihr Zusammenbau aus mehreren, im vorliegenden Falle zwei Einzelteilen, deren planparallel geschliffene Stirnflächen durch eine mit dem Durchführungsbolzen verbundene Pufferfeder gegen den Fassungsflansch gepreßt werden. Der so bewirkte elastische Zusammenbau bewirkt selbst bei den stärksten Temperaturschwankungen und bei waagerechtem Einbau die völlige Öldichtheit dieser Durchführungen, die sich im übrigen auch durch ihre hohe Sicherheit gegen normalfrequente und stoßartige Überspannungen auszeichnen.

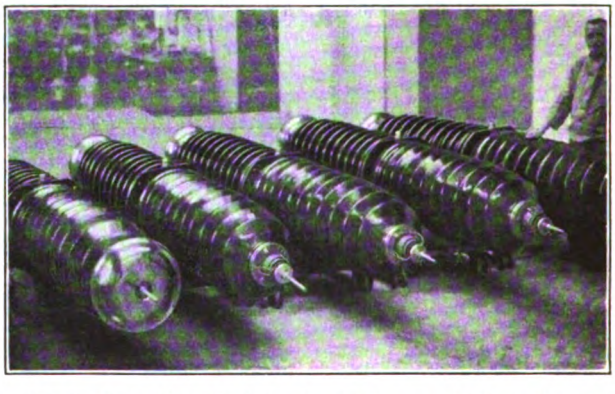


Abb. 4. Zweiteilige, ölgefüllte Durchführungen kittloser Bauart für 170 kV Betriebspannung.

Der verfügbare Raum verbietet es, auf weitere bemerkenswerte Lieferungen deutscher Hochspannungsisolatoren für das europäische und überseeische Ausland einzugehen. Der vorstehende Überblick dürfte jedoch, wenn er auch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann, bereits gezeigt haben, daß die deutsche elektrotechnische Porzellanindustrie allen an sie herantretenden Anforderungen vollauf gewachsen ist.

Digitized by Google

220 kV-Schaltanlage mit Expansionsschaltern für die Truyère-Kraftwerke.

Die geographische Lage Frankreichs stellt für die Verteilung der elektrischen Energie besonders interessante Aufgaben. In der südlichen Hälfte des Landes stehen reichliche Wasserkräfte verschiedenen Charakters zur Verfügung, während der Norden solche fast überhaupt nicht besitzt. Die Wasserkräfte in den Pyrenäen und den Alpen haben ihre Hauptwassermenge zur Schmelzzeit, die Flüsse im „massif central", d. h. im südlichen Mittelfrankreich, führen dagegen ihre größte Wassermenge zur Regenzeit. Die nutzbaren Energiemengen ergänzen sich also in äußerst günstiger Weise zu einer über den größten Teil des Jahres fast konstanten Leistung.

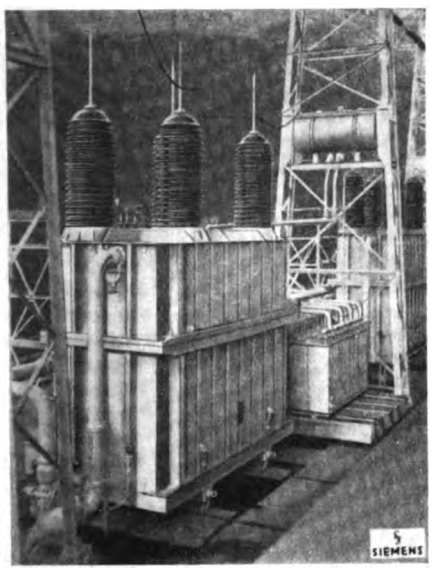


Abb. 1. Drehstrom-Transformator 15/220 kV, 33 MVA.

Es ist schon seit vielen Jahren ein Wunsch der französischen Elektrotechniker, diese Leistung in die nördliche Hälfte Frankreichs zu übertragen. Außerdem bietet eine solche Übertragungsleitung den Vorteil, daß in der kurzen Hochsommerzeit, während welcher im Süden Frankreichs die Wasserkraftanlagen kaum zur Deckung des örtlichen Bedarfes ausreichen, während die Dampfkraftwerke im Norden, besonders in Paris, einen Überschuß an Leistung haben, eine Lieferung von Energie vom Norden nach dem Süden möglich ist.

Dieser Plan wurde erst durch die Steigerung der Übertragungsspannung auf 220 000 V durchführbar. Als erste Etappe der großzügigen Ausnutzung der Wasserkräfte im Süden wurden im „massif central" zwei Kraftwerke an der Truyère errichtet. Die Truyère, ein Nebenfluß des Lot, eignet sich hierzu besonders wegen des starken Gefälles und der günstigen Bedingungen für die Errichtung einer Talsperre in ihrem von hohen Bergen eingesäumten Flußbett. Eine Staumauer mit einer Höhe von 105 m und einer Länge von 220 m staut bei dem Orte Sarrans das Wasser der Truyère zu einem See mit einem Fassungsvermögen von 308 Mill m^3. Am Fuße der Staumauer liegt das Kraftwerk Sarrans mit 3 Maschinen von je 40 000 kVA. — Nach dem Austritt aus den Sarrans-Maschinen wird das Wasser durch einen unterirdischen Kanal von 7,5 km Länge geführt, um dann 230 m senkrecht nach unten in die Maschinen des unterirdischen Kraftwerkes Brommat (6 × 32 500 kVA) zu stürzen.

Daß bei der Ausführung die deutsche Technik mit den großen Erfahrungen aus dem Bau der 220 kV-Anlagen des RWE gerade für die schwierigsten Aufgaben herangezogen wurde, ist beachtenswert. Die Siemens-Schuckertwerke führten von den 6 Maschinentransformatoren 15/220 kV von je 33 MVA (Abb. 1) drei Apparate vollständig aus und lieferten für die drei übrigen wesentliche Teile.

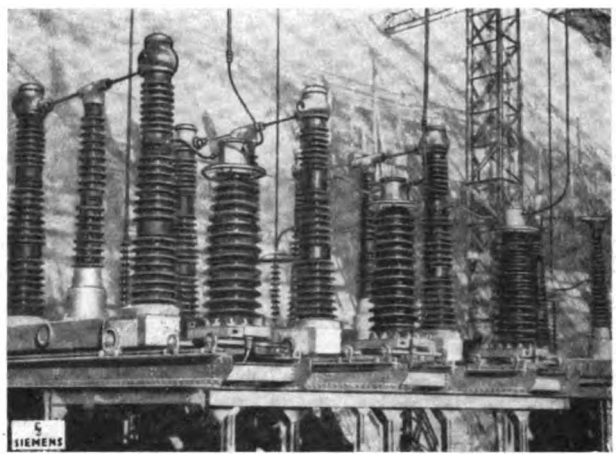


Abb. 2. 220 kV Expansionsschalter mit 220 kV Stromwandlern.

Das Vertrauen zu der Leistungsfähigkeit der deutschen Elektroindustrie spiegelt sich auch in dem Auftrag an die SSW auf die Projektierung und Ausführung der gesamten elektrischen Schaltung der Schutzanlagen, der Steuerung, Verriegelung und Messung des Kraftwerkes Brommat. Die Lösung der Aufgabe war besonders schwierig, weil die Entfernung zwischen dem unterirdischen Maschinenhaus und dem Aufstellungsort der Transformatoren rd. 400 m und die zwischen den Transformatoren und der 220 kV-Schaltanlage über 2 km beträgt, und weil ferner mit Rücksicht auf die schwierigen Kabelverlegungsarbeiten an Hilfs- und Steuerleitungen möglichst gespart werden mußte. Die Betriebserfahrungen mit den seit 1932 in Betrieb befindlichen Einrichtungen sind so ausgezeichnet, daß die Betrauung der SSW mit der gleichen Aufgabe für die in den Jahren 1933/34 erstellte Anlage Sarrans eine Selbstverständlichkeit war. Die Zusammenfassung aller Schutzsysteme, der elektrischen Frequenz- und Leistungsregelung, der Messung und der Steuerung erfolgt wie üblich in beiden Anlagen in den etwa 150 Felder umfassenden Warten, die ebenfalls zum Lieferungsumfang der SSW gehören.

Um die Leistungsübertragung nach dem 520 km entfernten Paris möglichst sicherzustellen, wurden auch die Schaltanlagen nach den neuesten Gesichtspunkten ausgeführt. Bei der Anlage Brommat war die Verwendung von ölfreien und ölarmen Schaltern nicht möglich, da diese Schalter noch im Anfang der Entwicklung standen. Die Anlage Sarrans hingegen wurde mit SSW-Expansionsschalter ausgerüstet. Abb. 2 zeigt einen der 3 gelieferten 220 kV-Expansionsschalter mit S & H-Stromwandlern im Vordergrund. Besonders hervorzuheben ist, daß an diesen Schaltern, die eine Erstausführung für die zur Zeit höchste Betriebspannung darstellen, vom Augenblick der Inbetriebsetzung an (Mai/Juni 1934) nicht die geringsten Beanstandungen aufgetreten sind. Auch bewähren sich die SSW-220 kV-Trennschalter mit 2 drehbaren Stützern in jeder Beziehung. Die Expansions- und Trennschalter haben Druckluftantriebe.

Digitized by Google

Kultivierung in Mazedonien.

Im Jahre 1926 wurden in West-Mazedonien umfangreiche, sich über Jahre hinaus erstreckende Ent- und Bewässerungsarbeiten aufgenommen, einmal um der dort herrschenden Moskitoplage wirksam zu begegnen, dann aber auch um mehr anbaufähiges Land zu gewinnen.

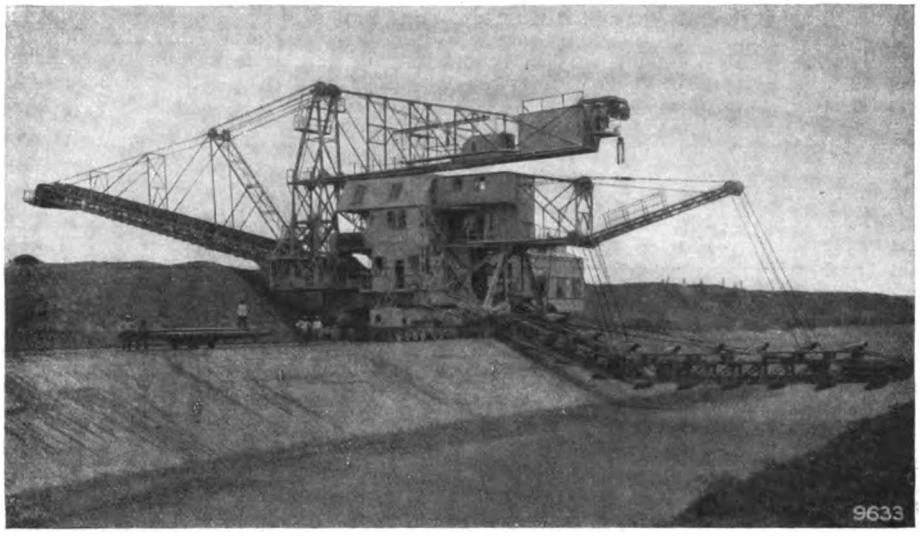


Abb. 1. Krupp-Kanalbagger mit diesel-elektrischem Antrieb und Gleistransporteinrichtung für die Entwässerungsarbeiten in West-Mazedonien.

Bei diesen Erdbewegungen wurden für die Kanal- und Dammherstellung zunächst ausschließlich ausländische Geräte verwendet. Im Jahre 1931 jedoch wurde außerdem auch ein neuartiger deutscher Eimerkettenbagger, von der Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen, geliefert, eingesetzt.

Die in Abb. 1 dargestellte Baggeranlage besteht aus zwei sich auf 4 Schienen bewegenden Fahrzeugen: dem eigentlichen Bagger und der Dieselzentrale. Der Bagger hat eine 26 m ausladende Eimerkette und ein 40 m langes, um 190° schwenkbares Förderband. Er mißt in der Längsrichtung vom Eimerkettenende bis zum Bandförderende 82 m und ist fast 20 m hoch, läuft auf den beiden am Kanal liegenden Schienen mit 32 Rädern und auf den zwei in 7,5 m Abstand liegenden Schienen mit 16 Rädern. Von den 32 vorderen Rädern sind 16 durch 2 Motoren von je 30 PS angetrieben, die dem Gerät eine Fahrgeschwindigkeit von 8 m/min verleihen.

27 Eimer von je 525 l Inhalt laufen in einer sechsteiligen, in der Höhe und im Böschungswinkel einstellbaren Eimerkette, die von einem 250 PS-Elektromotor durch Riementrieb und Zahnräderpaar unter Zwischenschaltung einer pneumatischen Rutschkupplung angetrieben wird. Gleichzeitig bewegt der Eimerkettenmotor noch ein 1200 mm breites und 6,5 m langes Aufgabegummiband, auf welches das von den Eimern entleerte Schüttgut zuerst fällt. Dieses Aufgabeband gibt das Baggergut weiter auf das 40 m lange und 1100 mm breite Hauptgummiband. Durch den schwenkbaren Bandträger kann jeder Punkt innerhalb der Ausladung des Förderbandes bestrichen werden. Dicht neben der Säule des Gerüstes ist ein 82 PS-Motor montiert, der das Hauptband antreibt.

Die Dieselzentrale (Abb. 2) fährt auf 12 Rädern. Beide Geräte sind durch eine beiderseits angelenkte Stange aus Profileisen miteinander verbunden. In der Kraftanlage mit einer Grundfläche des Hauses von 4,5 × 8,5 m erzeugt ein 340 kW-Generator, der mit einem Achtzylinder-Dieselmotor von 475 bis 550 PS Leistung gekuppelt ist, Gleichstrom von 220 V. Ein weiterer Kleindieselmotor von 7 PS mit angehängtem Kompressor dient einmal dazu, die zum Anlassen des großen Dieselmotors erforderliche Druckluft zu liefern, ferner dazu, mit einer kleinen Lichtdynamo von 4,8 kW für beide Geräte die Nachtbeleuchtung zu erzeugen, sollte der große Dieselmotor einmal durch Störung ausfallen. Die elektrische Einrichtung des Baggers lieferte die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.

Beim Baggern muß die ganze Maschine dauernd fahren, gleichzeitig laufen Eimerkette und Gummibänder. Um beispielsweise ein 350 m langes Kanalstück herzustellen, fährt der Bagger 350 m längs der geplanten Kanalflucht und läßt die Eimer etwa 15 cm tief in den Boden eingreifen. Bei der Rückfahrt wird die Eimerleiter weitere 15 cm gesenkt. Es entsteht so eine Tiefe von 30 cm und so fort, bis die gewünschte Kanaltiefe von 6 oder 6,5 m erreicht ist. Das ausgehobene Erdreich wird mit Hilfe des schwenkbaren Gummi-Bandförderers als Damm hinter dem Gerät aufgeschüttet.

Die Leistung des Baggers, die vertraglich 380 m³ in gutem Boden betragen sollte, stieg nach genügender Einarbeitung der Bedienung auf 540 m³/h in trockenem Gelände. Beim Arbeiten aus dem Wasser, wo die Leistung bis 40 % sinkt, gelang es ebenfalls, die Vertragsleistung erheblich zu überschreiten. Kanalbette und Dämme lassen sich ohne wesentliche Handnacharbeit herstellen. Das Gerät befriedigte infolgedessen die amerikanische Unternehmergesellschaft in jeder Weise und gilt als ein großer Erfolg deutscher Technik.

Abb. 2. Krupp-Kanalbagger für West-Mazedonien. Im Vordergrunde die fahrbare Dieselzentrale.

Digitized by Google

Elektrische Ausrüstung einer Blockwalzenstraße.

Elektrische Antriebe für Walzwerke stellen entsprechend dem besonderen Charakter des Walzwerksbetriebs stets Sonderausführungen dar. Unter ihnen nehmen die Antriebe für schwere Umkehrwalzwerke eine besondere Stellung ein, da ähnliche Betriebsbedingungen wie hier in kaum einem anderen Arbeitsgebiet auftreten. Bei den für diese Umkehrwalzwerke erforderlichen großen Leistungen und dem betriebsmäßig häufigen Drehrichtungswechsel der Antriebsmotoren kommen bis auf den heutigen Tag nur Gleichstrommotoren mit Leonard-Umformern in Frage. Die Pufferung der im Walzbetrieb auftretenden hohen Lastspitzen erfolgt durch schnellaufende Schwungräder.

Nachdem in den letzten 30 Jahren mehr als 100 Antriebe allein von der A E G geliefert wurden, haben die elektrischen Ausrüstungen einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht, der Steigerungen kaum noch zuläßt. Eine solche neuzeitliche Anlage wurde u. a. von der AEG für eine 1000er Blockumkehrstraße auf einem italienischen Werk geliefert. An dieser werden aus Blöcken von 550 × 550 mm Querschnitt und 4 t Gewicht sowohl Knüppel als auch Brammen gewalzt, die auf den vorhandenen Fertigstraßen weiter verarbeitet werden. Die Blockstraße ist die einzige des Werkes, daher mußte ihr Antrieb besonders betriebsicher vorgesehen werden, um nicht die Fertigstraßen bei einem Schaden an diesem Antrieb zum Erliegen kommen zu lassen. Entsprechend der vorgesehenen Produktion wurde ein Walzmotor mit 7700 PS Dauerleistung bei 95 U/min gewählt, der eine Spitzenleistung von 24 400 PS entsprechend 240 tm bei 73 U/min abgeben kann.

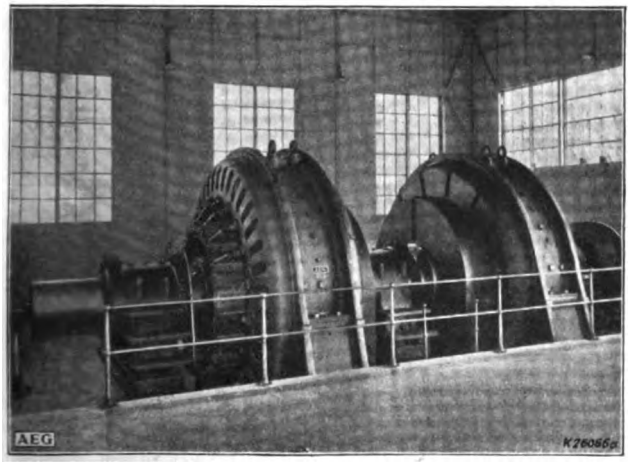


Abb. 1. Antriebsmotor der Walzenstraße.

Um eine gute Manövrierfähigkeit des Antriebes zu erzielen und den genannten Anforderungen der Betriebssicherheit zu entsprechen, ist der Walzmotor als Doppelmotor in der für die AEG normalen Dreilagerkonstruktion mit dreiteiliger Welle ausgeführt worden. Abb. 1 zeigt den Motor am Aufstellungsort. Für ihn sind verschiedene Betriebsmöglichkeiten entsprechend den jeweiligen Anforderungen des Walzbetriebes durch Änderung der Klemmenspannung vorgesehen, die sich durch Umschaltung der zugehörigen Umformermaschinen erzielen läßt. Die erwähnte Dreilagerkonstruktion ermöglicht es ferner, auch im Falle eines Schadens an einem Motoranker, den Betrieb der Walzenstraße mit einer Motorhälfte allein aufrechtzuerhalten. Es ist also bei dem Walzmotor allen möglichen Forderungen hinsichtlich Anpassungsfähigkeit an den Walzbetrieb als auch Betriebsicherheit Rechnung getragen. Diese Grundsätze werden auch bei dem zugehörigen Schwungradumformer befolgt. Dieser besteht aus einem Drehstrom-Antriebsmotor von 3200 kW Dauerleistung, 3600 V, 42 Hz, 504 U/min (theor.), 3 Steuergeneratoren von je 2160 kW Dauerleistung, 7800 kW Spitzenleistung bei 650 V und einem Schwungrad von 50 t Gewicht. Zur Entlastung des Netzes von Blindleistung ist an den Drehstrommotor eine fremderregte Drehstromerregermaschine gekuppelt, die den Motor auf $\cos\varphi = 0{,}98$ voreilend bei Vollast kompensiert.

Der Antriebsmotor und die Steuergeneratoren sind auf gemeinsamer Grundplatte in 5 gleichen Lagern montiert. Die Welle dieses Maschinensatzes ist mehrfach unterteilt derart, daß jeder einzelne Anker ausgebaut werden kann, ohne daß das Lager geöffnet oder benachbarte Maschinen abgestützt werden müssen. Hierzu sind für die Wellenkupplungen verschiebbare Zentrierungen nach DRP verwandt.

Abb. 2 zeigt den Umformerraum, in dem der Schwungradumformer mit zugehörigen Apparaten der Erregerumformer und die Beteiligungschaltanlage aufgestellt sind. Der Erregerumformer ist für Leonard-Erregersteue-

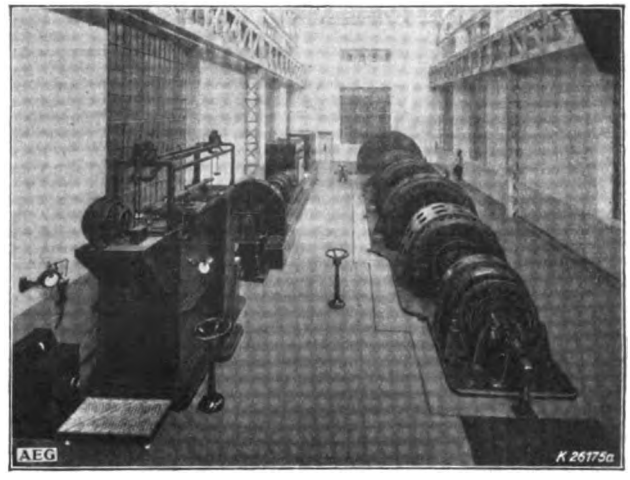


Abb. 2. Ilgner-Umformerhaus.

rung ausgelegt, besitzt also je eine besondere Erregermaschine für den Walzmotor und die Steuergeneratoren. Zur Erzielung schneller Erregungs- und damit Steuervorgänge sind die Maschinen mit K r ä m e r - Schnellerregung ausgeführt, bei der die Maschinen Erregerwicklungen für höhere Klemmenspannung erhalten, als für den Betrieb erforderlich ist. Der überschießende Teil der Erregerspannung wird durch eine vom Ankerstrom der betreffenden Erregermaschine durchflossene Wicklung abgedrosselt. Diese Art der Schnellerregung arbeitet im Gegensatz zu der sonst häufig verwandten Widerstand-Schnellerregung verlustlos. Messungen ergaben, daß zum Drehrichtungswechsel von + 95 U/min auf — 95 U/min der Motor mit Walzenstraße nur 3 s brauchte. Mit dem Erregerumformer ist im vorliegenden Fall ein Schwungrad von 3 t Gewicht gekuppelt, um auch bei ausfallendem Netz den Erregerumformer für die Dauer des Auswalzens eines Blockes in Betrieb zu halten.

Dieses Schwungrades wegen ist für den Erregerumformer elektrische Bremsung des Drehstrom-Antriebsmotors durch Gegenstrom vorgesehen. Für den Schwungradumformer ist außer der allgemein üblichen mechanischen Bremse ebenfalls eine elektrische Bremse vorgesehen, und zwar Gleichstrombremsung des Umformermotors, mit der eine Bremszeit des gesamten Schwungradumformers von 2,5 min erzielt wurde. Die zu dem Antrieb gehörige Hochspannungs-Schaltanlage ist in einem Anbau des Umformerraumes untergebracht.

Sämtliche Hilfsantriebe für diese Blockstraße wurden ebenfalls durch die A E G geliefert, wodurch größte Einheitlichkeit erzielt wurde. Bei der Ausbildung der Steuerbühne wurde das Ziel angestrebt, eine möglichst übersichtliche und einfache Bühne zu erhalten. Alle Hilfsantriebe, die von der Hauptsteuerbühne aus gesteuert werden, erhielten selbsttätige Fernsteuerung, im Gegensatz zu den sonst üblichen Ausführungen, bei denen für die einzelnen Antriebe die am günstigsten erscheinenden Steuerungen, wie Kontroller oder Schützensteuerungen, gewählt werden. Die selbsttätige Fernsteuerung läßt für alle Antriebe die Verwendung gleicher Steuerelemente zu. Die Netzschalter wurden ebenfalls als Fernschalter ausgeführt. Die Steuerungen und die Netzfernschalter werden aber nicht mehr auf der Steuerbühne aufgestellt, sondern erhielten einen

Digitized by Google

geschlossenen und geschützten Raum, wodurch die Lebensdauer und Betriebsicherheit der Ausrüstung wesentlich erhöht wird.

Für die Bedienungsmannschaft ergibt die Fernsteuerung den Vorteil, daß sie ihre Aufmerksamkeit ausschließlich auf den Walzbetrieb richten kann und sich

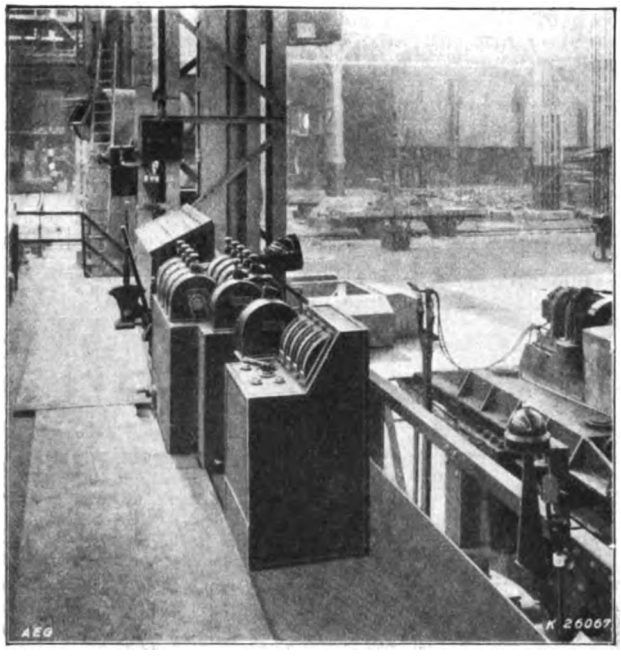


Abb. 3. Steuerbühne mit Steuerschaltern für die Blockstraße.

nicht um die Ausführung des eigentlichen Steuervorganges zu bekümmern braucht. Der Bedienungsmann leitet den Steuervorgang durch Betätigung des Steuerhebels lediglich ein, während der Steuervorgang selbsttätig ausgeführt wird. Die AEG verwendet hierfür die bewährten Stromwächter- oder Zeitwächter-Schützensteuerungen. Um die Vereinheitlichung vollständig durchzuführen, wurde auch das Betätigungsorgan des Steuerschalters des Hauptantriebes den Steuerhebeln der Hilfsantriebe angepaßt. Die Abb. 3 zeigt die einfache und übersichtliche Steuerbühne für die Blockstraße. Im Vordergrund steht ein Schaltpult mit Instrumenten und Schaltern für den Hauptantriebsmotor, dann folgt der Steuerschalter für den Walzmotor, darnach der Steuerschalter für die Walzenanstellvorrichtung. Auf dem weiterhin sichtbaren Steuertisch befinden sich die Steuerhebel für die weiteren Hilfsantriebe, wie Rollgänge, Kanter, Verschieber usw. Zum Schluß folgt eine Druckknopftafel, von der aus die Netzfernschalter der Hilfsantriebe geschaltet werden.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß der größte Teil der Hilfsantriebe für Drehstrom ausgelegt ist, während nur die Antriebe, für die ein weiter betriebsmäßiger Drehzahl-Regelbereich gefordert wurde, in dem vorliegenden Fall die Antriebe der Walzenanstellvorrichtung und der Scheren, mit Gleichstrom arbeiten. Es ist damit ein in der deutschen Praxis allgemein üblicher Grundsatz befolgt worden, wonach Gleichstrom nur für Antriebe mit großem, betriebsmäßigem Drehzahl-Regelbereich verwandt werden, während alle übrigen Antriebe für Drehstrom ausgelegt werden. Dies ergibt sich auch schon aus dem Grunde, weil die meisten Hüttenwerke wohl über hinreichend große Drehstrom-Niederspannungsnetze, aber nur über schwache Gleichstromnetze verfügen. Es wären daher bei Auslegung der Hilfsantriebmotoren für Gleichstrom, wie es z. B. in Amerika üblich ist, immer besondere Umformer notwendig, deren Verluste man sich aber sparen kann. Die Betriebsicherheit und der Energieverbrauch der Antriebe an sich ist in beiden Fällen als gleich anzusehen.

Eine weitere große Walzwerksausrüstung wurde nach Japan geliefert. In diesem Fall handelt es sich um eine 1100 er Blockstraße und 2 kontinuierliche Knüppelstraßen. Für die Blockstraße wurde ein Umkehrmotor mit einer Dauerleistung von 5500 PS bei 65 U/min und einer Spitzenleistung von 17 000 PS bei 50 U/min entsprechend 240 tm höchstem Drehmoment geliefert; für die kontinuierlichen Knüppelstraßen 2 Drehstrommotoren von je 4000 PS Dauerleistung bei 257 U/min (theor.) und 8000 PS Spitzenleistung. Zu dieser Walzwerksausrüstung gehörten auch sämtliche Walzwerk-Hilfsantriebe, so daß auch hier eine in jeder Beziehung einheitliche Anlage wie die oben für das italienische Werk beschriebene geliefert werden konnte.

Drehstrom-Kleinhebezeug mit Feingang im Hubwerk.

Oft wird von Hebezeugen, z. B. in Gießereibetrieben, eine feinstufige Regelung der Hub- und Senkgeschwindigkeit verlangt. Wenn Hebezeuge mit Gleichstrom betrieben werden, so läßt sich dieses Verlangen leicht erfüllen, während bei Drehstrom eine wesentliche Herabsetzung der normalen Hubmotoren nicht ohne weiteres möglich ist. Die Demag AG., Duisburg, hat deshalb für ihre Eletroflaschenzüge eine Vorrichtung herausgebracht, die es gestattet, auch bei Drehstrombetrieb auf der ersten Schaltstufe des Hubanlassers den leeren Haken wie auch jede Last bis zur vollen Tragkraft des Zuges beliebig lange mit einer Geschwindigkeit zu heben und zu senken, die nur etwa 4 ··· 7 % der normalen Hub- und Senkgeschwindigkeit beträgt (Abb. 1). Durch einfaches Weiterschalten des Anlassers wird die volle Hubgeschwindigkeit erreicht. Mit dieser Feinhubeinrichtung kann jeder normale Demagzug ausgerüstet werden; denn sie besteht nur aus einem zusätzlichen kleinen Kurzschlußläufermotor, der mit dem Haupthubwerk einfach durch ein Vorgelege ohne Verwendung einer Kupplung verbunden ist. Bei den Zügen, die einen Kurzschlußmotor als Haupthubmotor haben, können an Stelle des Hubanlassers auch zwei Druckknopfschalter verwendet werden, von denen der eine die langsame und der andere die schnelle Hub- und Senkbewegung steuert. Versehentliches gleichzeitiges Anlassen oder gar Gegeneinanderschalten beider Hubmotoren schadet nicht; denn es arbeiten in diesem Falle nur der Haupthubmotor auf das Hubwerk.

Solche Hebezeuge mit Feinhubwerk wurden von der Demag nach Frankreich, England, Belgien, Holland, Schweden, Italien, Südamerika, Japan usw. in erheblicher Zahl geliefert, und zwar zur vollsten Zufriedenheit ihrer Besteller.

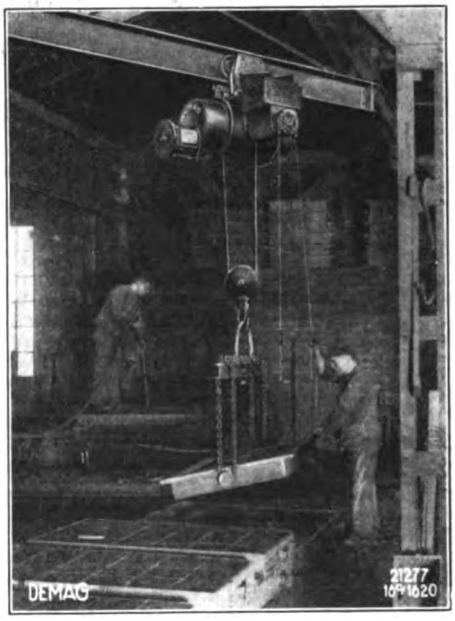


Abb. 1. Der Feingang gestattet, die Formkörbe in der Gießerei mit größter Vorsicht abzuheben und aufzusetzen.

Digitized by Google

Hochspannungskabelanlagen.

Im Laufe des Jahres 1934 wurden von der Firma Felten & Guilleaume Carlswerk AG., Köln-Mülheim, im Ausland unter anderem zwei größere Starkstrom-Kabelanlagen ausgeführt, die eine bemerkenswerte Leistung deutscher Technik darstellen.

In Holland war eine Kraftübertragung von der neu errichteten Zentrale Gelderland bei Nymwegen zu der jenseits des Waals liegenden Schaltstelle Lent zu errichten, von wo aus die Stromverteilung weiter durch Freileitungen geschieht. Die geforderte Leistungsfähigkeit der Kabelanlage beträgt 170 000 kVA. Zur Übertragung dieser Energiemenge sind 8 Drehstromkabel parallel verlegt worden, von denen 2 als Reserve dienen, und zwar haben 4 Kabel einen Kupferquerschnitt von $3 \cdot 150\ mm^2$ und 4 Kabel einen solchen von $3 \cdot 240\ mm^2$; die Isolationswandstärke beträgt 14 mm. Die Phasen sind einzeln mit Bleimänteln von 2,7 bzw. 2,8 mm Stärke und Korrosionsschutz versehen, je drei Phasen sind miteinander verseilt und gemeinsam mit einer starken Bewehrung aus Profildrähten versehen. Die stärkeren Kabel haben über der Bewehrung einen Durchmesser von 142 mm und wiegen 52,4 kg/m. Da die Kabel zur Kreuzung des Waals, der an dieser Stelle eine Breite von 600 m hat, in einer Länge hergestellt werden mußten, ergaben sich Fabrikationseinheiten von ganz ungewöhnlicher Größe und Gewicht.

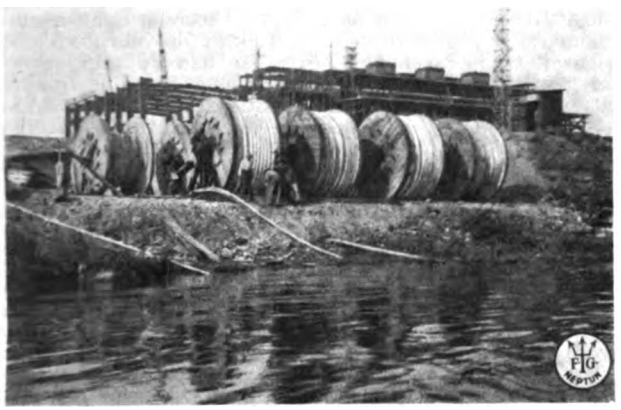


Abb. 1. 85 kV Kabel zum Einziehen aufgestellt. Im Hintergrund das neue Kraftwerk.

Die Kabel wurden von der Auszugscheibe der Bewehrungsmaschine unmittelbar auf den auf dem Sonderwagen befindlichen Haspel aufgewickelt und hier wurden dann die elektrischen Prüfungen des Kabels, wie Spannungsprobe mit 100 kV gegen Erde und Verlustwinkelmessung, vorgenommen. Außer diesen an jeder Fabrikationslänge vorgenommenen Prüfungen waren noch verschiedene Abnahmeversuche an kurzen Längen vorgeschrieben.

Für die Verlegung der Kabel waren umfangreiche Vorbereitungen getroffen (Abb. 1). Im Flußbett war eine 3 m tiefe und 30 m breite Rinne gebaggert worden, in die die Kabel eingebettet werden sollten. Die Kabelhaspel wurden auf der einen Uferböschung aufgestellt und die Kabel mittels der Winde eines Schwimmkranes und Drahtseil von der anderen Uferseite her eingezogen. Bei der Schwere der Kabel und der rauhen Bodenoberfläche traten sehr hohe Zugkräfte auf. Ein in das Zugseil eingebautes Dynamometer zeigte eine maximale Zugkraft von 20 000 kg an. Bei einem Zerreißversuch in der Fabrik hatte sich für die Kabelbewehrung eine Zerreißfestigkeit von 68 000 kg ergeben, so daß also noch mehr als dreifache Sicherheit vorhanden war. Die Herstellung der Verbindungsmuffen zu der anschließenden Landkabelstrecke und die übrige Verlegung weicht nicht von der üblichen Starkstrommontage ab. Im ganzen wurden für diesen Auftrag 12 km 85 kV-Dreileiterkabel geliefert und verlegt.

In Kopenhagen, wohin schon in früheren Jahren eine Reihe 50 kV-Kabelstrecken vom Felten & Guilleaume Carlswerk AG. geliefert waren, wurde eine 13 km lange 50 kV-Kabelstrecke von der Schaltstelle Oernegaarden quer durch die Stadt zur 50 kV-Station des Kraftwerkes Oerstedvaerk als Druckkabel gebaut. Die früheren Massekabel haben sich durchaus bewährt, doch ist jetzt das Druckkabelsystem vorgezogen worden, da es gegenüber den normalen Massekabeln eine Reihe von Vorteilen bietet[1]). Die Übertragungsleistung des Druckkabels ist bei ungefähr gleichen Anlagekosten um 50 % höher als beim Massekabel, die Verlegung kann wegen des bedeutend niedrigeren Kabelgewichtes in großen Längen erfolgen, und im Betrieb bietet das Stahlrohr den denkbar besten Schutz gegen mechanische Beschädigungen.

Abb. 2. Rohrverlegung an Land.

Das Kabel, ein Dreileiterkabel, Type HSO, von $3 \cdot 95\ mm^2$ Cu-Querschnitt mit 6 mm Isolationswandstärke und gemeinsamen unrundem Bleimantel, ist mit einer blanken Flachdrahtbewehrung versehen und in ein nahtloses Mannesmannrohr von 80 mm lichter Weite eingezogen. Betriebsmäßig steht das Kabel unter einem Stickstoffdruck von 15 atü und hat eine Übertragungsleistung von 28 000 kVA.

Der Bau einer Druckkabelanlage besteht aus zwei Hauptteilen, dem Bau der Rohrleitung und dem Einziehen und Montieren des Kabels. Die einzelnen Mannesmannrohre von 10 ··· 14 m Länge werden zu Teilstrecken von 500 m zusammengeschweißt (Abb. 2) und vor dem Einziehen des Kabels einer Dichtigkeitsprobe mit 25 atü Preßluft unterzogen. Die erforderlichen Krümmer werden auf der Strecke gebogen und so genau der Streckenführung

Abb. 3. Rohrverlegung in einem See.

angepaßt. Das Einziehen der Kabel in die Rohrleitung geschieht mit einer Motorwinde, wobei die Zugkraft an einem Dynamometer beobachtet wird. Bei geraden Strecken ist der auftretende Zug max. 500 kg und das Einziehen geht innerhalb weniger Minuten vor sich, bei Strecken mit Krümmungen wächst die Zugkraft an, aber nur in einer Strecke mit besonders vielen scharfen Krümmungen wurde der maximal zulässige Zug von 2000 kg überschritten, so daß die 500 m Länge unterteilt werden mußte. Im Zug der

[1]) ETZ 1932, S. 145 u. f.

Digitized by Google

13 km langen Strecke galt es einmal, einen See in einer Länge von etwa 400 m zu durchqueren, ein andermal waren die weitläufigen Anlagen des Rangierbahnhofs zu unterführen. Bei der Seestrecke wurde die Rohrleitung am Ufer zusammengebaut und dann mit Hilfe von Fässern ausgeschwommen und abgelassen (Abb. 3). Nach der Dichtigkeitsprüfung wurde dann das Kabel eingezogen. Die Kabelverbindungsmuffen wurden unter Berücksichtigung besonderer Vorsichtsmaßnahmen von Hand gewickelt und mit einer gegenüber dem Druck nachgiebigen Hülle versehen, damit sich der Gasdruck auf das Innere der Muffen gut überträgt (Abb. 4). Über die Kabelmuffen wurden dann weitere Überschiebrohre geschoben, die mit der Rohrleitung verschweißt wurden. Alle Schweißstellen wurden mit einem guten Korrosionsschutz versehen.

Nach der Verlegung wurde die ganze Anlage von der Station Oernegaarden aus mit Stickstoff von 15 atü Druck gefüllt und 8 Tage lang mittels eines Differentialmanometers auf Dichtigkeit geprüft. Der Druckverlust der Leitung liegt unter der Garantiegrenze von 25 mm Hg innerhalb 7 Tagen, so daß voraussichtlich nur alle halbe Jahre aus einer Stickstoffbombe Gas nachgefüllt zu werden braucht. Nach Prüfung mit 125 kV Gleichspannung und Messung der elektrischen Werte wurde das Kabel in Betrieb genommen.

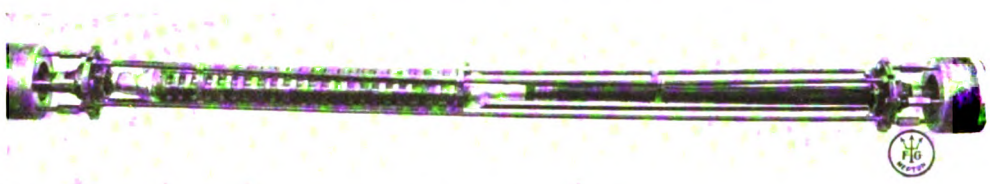


Abb. 4. 50 kV Druckkabelmuffe.

Klappbrücken Le Hâvre.

Im Zuge der Modernisierungsarbeiten wurden vom Krupp Grusonwerk, Magdeburg, für den Hafen von Le Hâvre am Kanal, der von der Seine-Mündung bei Tancarville nach Le Hâvre führt, in den Jahren 1929 bis 1933 5 alte Drehbrücken mit Handbetrieb durch 5 neuzeitliche Rollklappbrücken nach dem System Scherzer ersetzt. Die Eisenkonstruktionen für diese Brücken wurden von der Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen, geliefert. Die neuen Klappbrücken zählen zu den größten Brücken ihrer Art in Europa. Eine Brücke ist nur für eingleisigen Hauptbahnverkehr bestimmt, die übrigen sind gleichzeitig für Eisenbahn-, Straßen- und Fußgängerverkehr gebaut. Die größte dieser Brücken hat eine Spannweite von rd. 40 m zwischen den Auflagern. Sie ist 13,7 m breit und wiegt einschließlich Gegengewicht rd. 1300 t. Von den 5 neuen Klappbrücken werden 4 mit Drehstrom von 5000 V, 50 Hz, und 1 Brücke mit 20 kV, 50 Hz, betrieben. Für 3 Brücken sind jeweils besondere, für 2 dicht nebeneinanderliegende Brücken (Abb. 1) eine gemeinsame vierzellige Umspannstation vorhanden, wo die Hochspannung auf 380/220 V herabgesetzt wird.

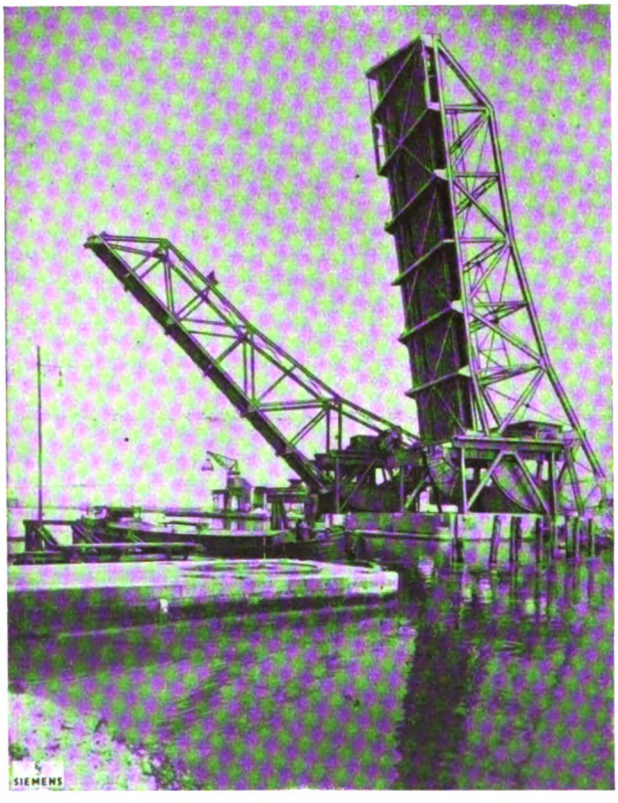


Abb. 1. Klappbrücken 6 und 6bis über den Kanal Le Hâvre nach Tancarville. Brücke 6 ganz geöffnet, Brücke 6bis halb geöffnet.

Die Brückenklappen werden durch je 2 Gleichstrommotoren von 100 kW bzw. bei den kleineren Brücken von 66 kW und 34 kW bewegt, die sämtlich sowie auch die übrige elektrische Ausrüstung von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin, geliefert wurden. Dabei werden die Motoren von einem Leonard-Umformer, bestehend aus Drehstrommotor, Leonard-Generator und Erregermaschine, gespeist. Ein sanftes und stoßloses Anfahren wird dadurch erreicht, daß die Klappenmotoren durch Feldregelung des Leonard-Generators mittels einer Regelwalze über einen feinstufigen Regelwiderstand gesteuert werden. Meldelampen zeigen auf dem Schaltpulte an, wenn die geöffnete oder geschlossene Brückenlage erreicht ist. Die beiden abgebildeten Brücken werden von einem gemeinsamen Steuerpult aus gesteuert und können für gleichzeitige Bewegung elektrisch gekuppelt oder einzeln bewegt werden. Eine selbsttätige gegenseitige elektrische Blockierung der einzelnen Triebwerke jeder Brücke (Brückenantrieb, Verriegelung, Straßenschranken und Eisenbahnsignale) macht es dem Brückenwärter unmöglich, die Triebwerke in falscher Reihenfolge zu bedienen.

Besondere Aufmerksamkeit mußte der Stromzuführung zum Klappenantrieb und zum Verriegelungsantrieb an der Klappenspitze gewidmet werden, da beide Antriebe sich auf dem beweglichen Brückenteil befinden. Es waren 4 starke Ankerzuleitungen für die Klappenmotoren und etwa 40 Leitungen kleineren Querschnitts vom festen auf den beweglichen Brückenteil zu führen. Da sich Schleifleitungen in dieser Anzahl nicht anbringen ließen, wurden bewegliche Kabel verwendet. Diese sind so angeordnet, daß sie der Brückenbewegung folgen können, ohne stark auf Biegung oder Drehung beansprucht zu werden.

Die Brücken können gegen einen Winddruck von 30 kg/m² in 1 min und gegen einen Winddruck von 100 kg/m² in 2½ min um 87 ° hochgeklappt werden. Ihre Triebwerke sind so stark, daß sie auch einem Winddruck von maximal 150 kg/m² in der ganz hochgeklappten Stellung mit Sicherheit noch standhalten können.

Digitized by Google

Große industrielle Schaltanlagen.

Die Zementfabrik Beocin AG. in Jugoslawien sah sich vor einigen Jahren veranlaßt, ihre elektrischen Verteilungsanlagen den gesteigerten Anforderungen anzupassen. Von einer Vergrößerung der Eigenerzeugungsanlagen wurde dabei Abstand genommen. Der Mehrbedarf an elektrischer Energie sollte einem bestehenden 30 000 V-Überlandnetz entnommen werden, wobei die bisher allein zur Stromerzeugung dienenden Generatoren von insgesamt 2200 kW-Leistung als Aushilfe beibehalten werden sollten. Die seitherige Verteilungspannung von 3000 V blieb auch für die neue Anlage unverändert bestehen.

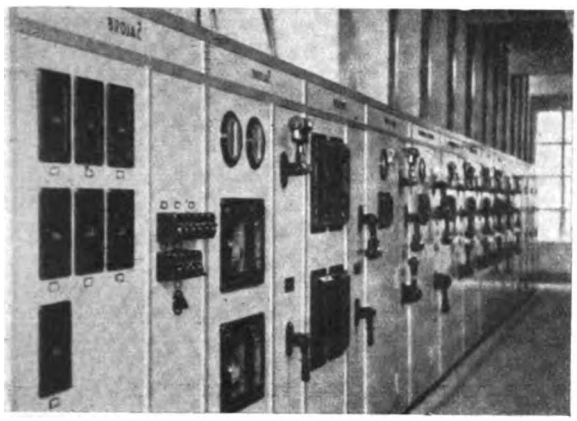


Abb. 1. Betätigungsfelder einer industriellen Schaltanlage.

Zur Stromversorgung vom 30 000 V-Netz dienen nun 2 Transformatoren von je 2000 kVA. Diese arbeiten auf die 3000 V-Hauptverteilungsanlage, mit deren Erstellung die Firma Voigt & Haeffner AG., Frankfurt a. M., beauftragt worden war.

Das Doppelsammelsystem ist in einen Speiseabschnitt und in einen Abschnitt für Verbraucherabzweige aufgeteilt. Nach dieser Unterteilung ist auch der Aufbau der Schaltanlage durchgeführt. Die Anordnung ist dreigeschossig: im Kellergeschoß liegen die Kabelzellen, im Erdgeschoß die Ölschalterzellen und im Obergeschoß die Sammelschienen mit den zugehörigen Trennschaltern. Die Ölschalterzellen sind nach den Außenseiten des Gebäudes verlegt und rückseitig zugänglich. Feuerfeste Wände an den aneinander zugekehrten Seiten trennen die Zellen vollständig nach der Raummitte hin ab. Als Leistungsschalter dienen Rundkesselölschalter der Reihe 10. Die Trennschalter besitzen gemeinsamen Antrieb für die drei Pole.

Auf eine getrennte Warte konnte verzichtet werden, da der zwischen den Ölschalterzellen befindliche freie Raum für den Aufbau der Betätigungs-, Meß- und Überwachungsfelder ausgenutzt werden konnte (Abb. 1 u. 2). Die Steuerung aller im Speiseabschnitt befindlichen Ölschalter in der 3000 V-Anlage geschieht auf elektrischem Wege. Die Abzweigölschalter hingegen sowie sämtliche Trennschalter, mit Ausnahme derjenigen im Kellergeschoß befindlichen, haben Handantrieb mit Gestängeübertragung für Bedienung vom Betätigungsraum aus. Eine Meldung vorgenommener Schaltungen und eingetretener Betriebsvorkommnisse nach dem Überwachungsraum erfolgt nicht nur von den Öl- und Trennschaltern der beschriebenen Anlage, sondern auch von allen zu der Fabrik gehörigen, teilweise weit auseinander liegenden Verbraucheranlagen. Der gesamte Betrieb wird also zentral überwacht. Das für die Überwachung vorgesehene Feld ist aus Abb. 2 erkennbar. Es enthält eine größere Anzahl von Lichtfachrelais, die bei Ölschalterauslösungen, Erdschluß, Phasenunterbrechung sowie bei unzulässiger Temperaturerhöhung der Transformatoren die jeweilige Störung erkennen lassen.

Zur Vermeidung von Unfällen wurde auf den Einbau von Sicherheitseinrichtungen im Hochspannungsteil der Anlage besonderer Wert gelegt. Für alle Zellen sowie für jedes Sammelschienensystem im Obergeschoß sind daher Lichtsignale vorgesehen, die erkennen lassen, ob der betreffende Anlagenteil spannungsfrei ist. Weitere Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit sind durch Verriegelungen zwischen Ölschaltern und Trennschaltern sowie zwischen Hoch- und Niederspannungsteil der Anlage getroffen.

Um bei Ausfall des für den Eigenbedarf aufgestellten Transformators die Beleuchtung teilweise aufrecht zu erhalten, ist eine Akkumulatorenbatterie vorgesehen, die sich selbsttätig zuschaltet.

Für eine neu zu erschließende Kohlengrube der Gewerkschaft Karl Alexander in Lothringen waren die Einrichtungen zur Versorgung der einzelnen Betriebe mit elektrischer Energie zu schaffen. Vom Bau einer Eigenerzeugungsanlage wurde zunächst Abstand genommen, da die Möglichkeit bestand, einem 66 000 V-Netz die erforderliche Energie zu entnehmen. Erst für einen späteren Ausbau ist als Reserve eine eigene Kraftanlage

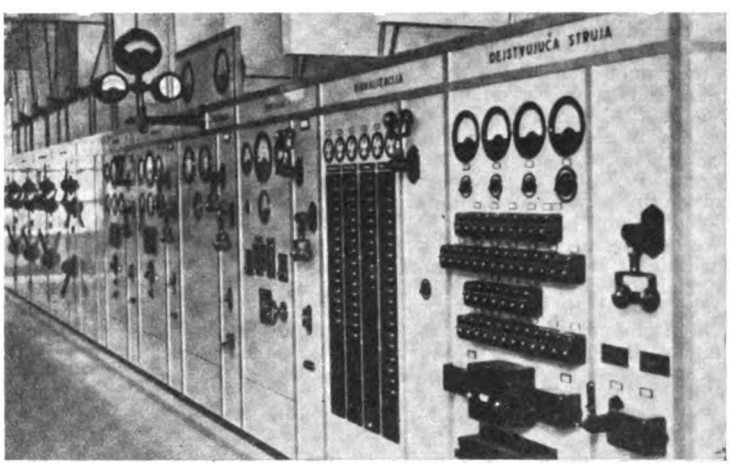


Abb. 2. Maschinen-, Meß- und Überwachungsfelder einer Zementfabrik.

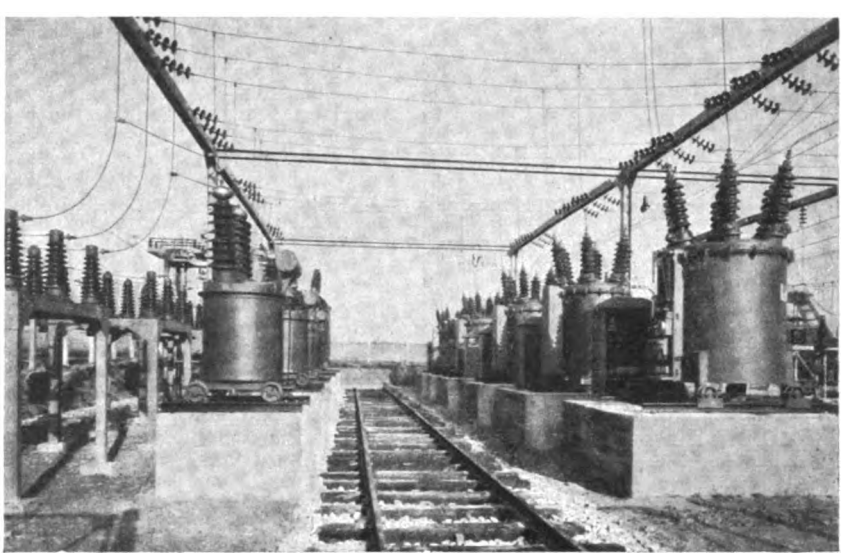


Abb. 3. Teilansicht der 66 000 V Freiluftschaltanlage einer lothringischen Kohlengrube.

Digitized by Google

geplant. Als Hauptverteilungsspannung wurde für die über Tage befindlichen Betriebe 5000 V Drehstrom gewählt, während die einzelnen Speisestellen unter Tage mit 2000 V Drehstrom versorgt werden. Die im Jahre 1931 von der Firma Voigt & Haeffner AG. errichteten Schaltanlagen werden nachstehend in kurzen Umrissen beschrieben:

Die dem Überlandnetz entnommene Energie wird durch drei Freileitungen der Freiluftanlage zugeführt. Zwei Transformatoren von je 7500 kVA Leistung setzen die Spannung von 66 000 V auf die für die Betriebe über Tage erforderliche Spannung von 5000 V herab. Die unter Tage ausschließlich zum Betrieb von Pumpenmotoren benötigte Spannung von 2000 V liefern mehrere parallel arbeitende Transformatoren auf der 5000 V-Seite.

Der Aufbau der verschiedenen Anlagen geht aus den beiden Abbildungen hervor. Abb. 3 veranschaulicht eine Teilansicht der 66 000 V-Freiluftschaltanlage, die in Mittelbauweise ausgeführt ist. Die Spannungswandler für die ankommenden Leitungen und die Transformatoren befinden sich auf der einen, die Ölschalter auf der anderen Seite eines Anschlußgleises. Die zwischen den Ölschaltern aufgestellten, regensicher abgedeckten Kasten dienen zur Aufnahme der Klemmen. Die Trennschalter sind auf beide Seiten des Gleises verteilt. Links im Bild sind die Freileitungstrennschalter sichtbar. Die Sammelschienentrennschalter sowie die Sammelschienen selbst liegen hinter den Ölschaltern auf der rechten Bildseite. Als Leistungschalter finden ferngesteuerte Einkesselölschalter mit angebautem, direktschaltendem Motorantrieb Verwendung. Die als Drehtrennschalter ausgebildeten Trennschalter mit Ausnahme der Erdungschalter besitzen ebenfalls fernbetätigte Antriebe.

Der 5000- und 2000 V-Teil der Anlage sind in einem gemeinsamen Schalthaus untergebracht, wobei die zugehörigen Schaltgerüste einander gegenüberliegen. Beide Anlagen wurden mit Geräten der Reihe 10 ausgerüstet, es ergibt sich also für beide ein nahezu gleichartiger Aufbau. Sämtliche Leistungschalter sind Hochleistungs-Rundkesselölschalter in hängender Anordnung, deren Kessel in einen unterhalb der Zelle befindlichen, von außen zugänglichen Raum hineinragen. Die Ölschalter der 5000 V-Seite werden ferngesteuert, die der 2000 V-Seite von Hand geschaltet. Die Unterbringung mehrerer Trennschalter in einzelne Zellen zwang zur Verwendung von Schubtrennschaltern. Die Betätigung erfolgt mittels Handantriebs. Die Pumpenmotoren der 2000 V-Anlage sind an eine von einem besonderen Transformator gespeiste Heizschiene angeschlossen, mit dessen Hilfe die Wicklungen vor Inbetriebnahme ausgetrocknet werden können. Um den Leistungsfaktor nach Möglichkeit zu verbessern, wurde an die 5000 V-Sammelschienen eine im Freien aufgestellte Kondensatorbatterie von 400 BkW-Leistung angeschlossen. Zum gleichen Zweck sind die Transformatoren zwischen der 5000 V- und 2000 V-Anlage in 8 Einzeltransformatoren aufgeteilt, damit jeweils nur voll belastete Einheiten im Betrieb gehalten werden.

Die Abb. 4 zeigt die Warte. Die Schaltfelder haben Schrankform und sind in zwei nebeneinander liegenden

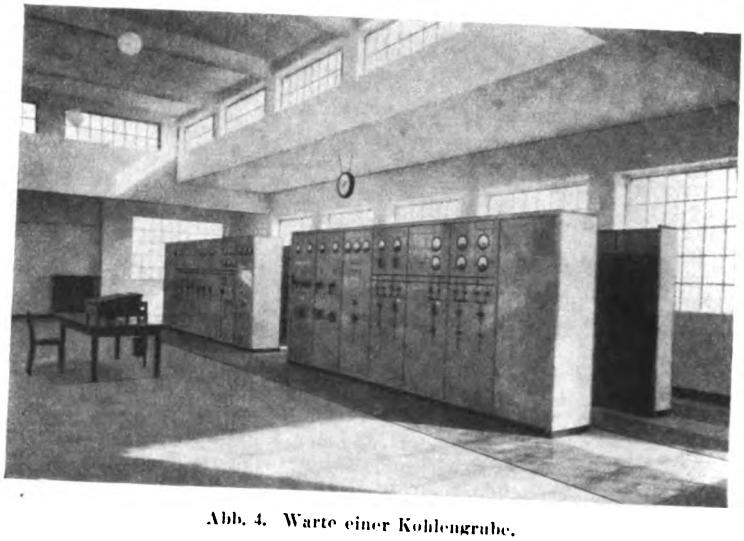


Abb. 4. Warte einer Kohlengrube.

Gruppen angeordnet. Die rechte Gruppe enthält die 66 000 V-Freileitungs- und Transformatorenfelder, sowie zwei Eigenbedarfsfelder. Die linke Feldergruppe umfaßt die Steuer- und Meßgeräte für die Transformatoren und Abzweige der 5000 V-Seite. Zur Zeit wird die Warte um eine größere Anzahl Felder erweitert, deren Ausbau später vorgenommen werden soll. Für die Aufstellung von Schaltpultfeldern zur Aufnahme von Betätigungs-, Meß- und Überwachungsgeräten zur später auszubauenden Eigenerzeugungsanlage ist der erforderliche Platz vorgesehen. Die Bedienung der 2000 V-Anlage erfolgt von dem zugehörigen Anlageteil aus. Für die Unterbringung der Relais für den Überstromschutz sowie sonstige Schutzeinrichtungen sind hinter den Schaltwandfeldern besondere Schränke aufgestellt.

Die Fernsprechanlage der Emlak-Bank in Ankara.

In dem Neubau der Emlak-Bank in Ankara (Türkei) wurde eine Fernsprechanlage errichtet in einer Ausführung, wie sie sich in neuzeitlichen deutschen Betrieben bewährt hat. Die Zentraleinrichtung dieser von der Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG., Berlin, gelieferten Anlage besteht aus einer vollselbsttätig arbeitenden Wählerzentrale für den Hausverkehr der Sprechstellen der Bank und aus einer halbselbsttätigen Wählerzentrale, die an das Fernsprechamt Ankara angeschlossen ist und für den Verkehr mit dem öffentlichen Fernsprechnetz dient. Zu dieser letzten

Abb. 1. Vorschalte-Glühlampenschrank.

Zentrale gehört ein Vorschalte-Glühlampenschrank, nach Abb. 1, über den der ankommende Amtsverkehr an die Sprechstelle der Bank weitergeleitet wird. Die Stromversorgung der Fernsprechanlage erfolgt aus 2 Akkumulatorenbatterien, die über einen rotierenden Umformer aus dem Lichtnetz aufgeladen werden. Die Anlage umfaßt rd. 100 Sprechstellen und 5 Anschlüsse an das Fernsprechamt Ankara.

Die Sprechstellen sind in 2 Gruppen eingeteilt. Die 1. Gruppe kann sowohl mit dem öffentlichen Fernsprechamt als auch mit jedem Fernsprechteilnehmer im Hause sprechen, während die 2. Gruppe nur im Hause verkehren kann. Die Sprechstellen der 1. Gruppe sind mit Apparaten ausgerüstet, mit denen man sich durch Betätigen eines Sprechschalters wahlweise auf den Halbautomaten für Amtsverkehr und auf den Automaten für Hausverkehr aufschalten kann. Von diesen Apparaten aus ist es möglich, ein Amtsgespräch zu führen und dieses Amtsgespräch vorübergehend zu unterbrechen, um eine Rückfrage bei einem Hausteilnehmer zu halten. Ferner ist es auch möglich, den nach dem Amt sprechenden Teilnehmer während des Gesprächs von einem anderen Apparat der Anlage aus anzurufen. Der nach dem Amt sprechende Teilnehmer kann das Amtsgespräch unterbrechen und es nach Beantwortung des Anrufes wieder fortsetzen. Sämtliche Teilnehmer verbinden sich untereinander durch Wählen von zweistelligen Zahlen selbst. Die Verbindung nach dem öffentlichen Amt erhalten die amtsberechtigten Teilnehmer durch einfaches Umlegen des Sprechschlüssels an der Station. Der vom Amt in der Bank ankommende Verkehr wird am Vorschalteschrank abgefragt und den Nebenstellen über Verbindungschnüre zugeteilt.

Digitized by Google

Die Stadtrohrpostanlage in Bern.

Für die Beförderung von Telegrammen, Eilbriefen und ähnlichen dringenden Sendungen hat sich die Rohrpost als unersetzlich erwiesen, und sie ist in den letzten Jahren auch vielfach in den Großstädten des Auslandes mit Erfolg angewandt worden. So wurde u. a. im Jahre

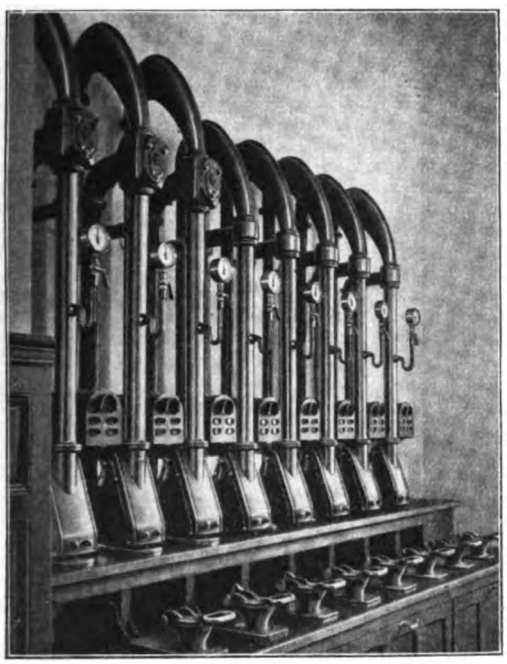


Abb. 1. Empfangs- und Sendeapparate der Stadtrohrpost-Zentrale Bern.

1928 im Auftrage der Schweizer Obertelegraphendirektion die Stadtrohrpostanlage in Bern nach heutigen Gesichtspunkten von der Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG., Berlin, hergestellt. Diese Rohrpostanlage dient einmal dem inneren Verkehr der Post und zum anderen dem direkten Verkehr mit den großen Bankinstituten. Für den direkten Postbetrieb wurden durch Einzellinien das Haupttelegraphenamt im Hauptpostgebäude mit dem Postamt X im Telegraphengebäude am Bahnhofplatz und das Telegraphenbüro im Bahnhof mit dem Haupttelegraphenamt, ferner das Haupttelegraphenamt mit dem Postamt Kornhaus und schließlich das Haupttelegraphenamt mit dem Postamt Bundeshaus verbunden. Diese Linien sind insbesondere dafür bestimmt, die Erledigung der aufgenommenen und ankommenden Telegramme zu beschleunigen und zu verbilligen.

Für den Verkehr der Banken mit der Post und untereinander wurden direkte Linien zwischen dem Haupttelegraphenamt und der Schweizer Nationalbank, der Schweizer Volksbank, der Eidgenössischen Bank, der Kantonalbank und der Spar- und Leihkasse hergestellt. Diese Linien sind außer zum schnelleren Telegrammaustausch auch für Beförderung von Eilbriefen, Schecks und Postschecks bestimmt, so daß durch die Anlage eine bedeutende Beschleunigung des gesamten finanziellen Geschäftslebens erzielt wird.

Das Rohrpostnetz ist nach dem Radialsystem ausgeführt, d. h. es besteht aus strahlenförmig vom Hauptpostamt auslaufenden Einzellinien, so daß das Haupttelegraphenamt die Zentralstation der Anlage darstellt (Abb. 1) und der gesamte Verkehr über das Telegraphenamt geleitet wird. Abgesehen von einer Strecke werden alle Linien nach dem sog. Einrohr-Wendeprinzip betrieben. Bei diesem System wird zum Senden nach beiden Richtungen dasselbe Fahrrohr benutzt, wodurch die Anlagekosten erniedrigt werden. An das Fahrrohr werden in den Stationen sowohl der Sender als auch der Empfänger angeschlossen, die in Abhängigkeit voneinander arbeiten, ohne daß das Bedienungspersonal hierauf zu achten braucht. Im Gegensatz zu solchen Rohrpostkonstruktionen, wo die Rohrpostlinien die Betriebsluft aus einem großen Luftrohrnetz erhalten, und wo in verschiedenen Stationen während des Tages dauernd große Gebläsemaschinen arbeiten, erhielt in Bern jede Strecke ein besonderes kleines Gebläse, das nur so lange läuft, wie auch tatsächlich in der dazugehörigen Strecke eine Büchse unterwegs ist. Dieses System hat ferner den Vorteil, daß die Luft nicht erst durch das große Luftnetz gedrückt werden muß, wozu nur unnötige Arbeit erforderlich wäre. Hierdurch werden die Betriebskosten der Stadtrohrpostanlage Bern auf ein Minimum herabgesetzt. Im Gegensatz zu den Anlagen mit großen Maschinen benötigt man in Bern deshalb auch nur verhältnismäßig kleine Räume, in denen die kleinen Gebläse aufgestellt sind (Abb. 2). Das Ein- und Ausschalten der Maschine wird durch die Rohrpostbüchse selber bewirkt, die entsprechende Kontakte im Fahrrohr betätigt. Das Bedienungspersonal hat nur die Büchse in den Sender zu stecken, damit ist die ganze Bedienung erledigt.

Während bei den früher für Stadtrohrpostanlagen verwendeten Kammerapparaten das Bedienungspersonal selbst den Apparat öffnen und die Rohrpostbüchse herausnehmen mußte, und dieselbe Kammer zum Empfang und Senden benutzt wurde, fällt bei den neuen Apparaten die Büchse selbsttätig aus dem Empfangsapparat in eine Mulde, so daß auch beim Empfangen einer Büchse das Bedienungspersonal keine unnötigen Handbewegungen zu machen braucht. Infolge besonderer Einrichtungen kann das Bedienungspersonal auch bei den Einrohrlinien unabhängig davon, ob gleichzeitig für die Empfangstelle eine Patrone unterwegs ist oder gerade ankommt, seine Patrone in den Sender stecken. Es können also in beiden Stationen der Linie gleichzeitig Rohrpostbüchsen in die Sender eingeführt werden. In diesem Fall wird dann immer zuerst eine Büchse die Maschine einschalten und befördert werden. Die andere bleibt so lange liegen, bis die erste angekommen ist, und schaltet dann selbsttätig die Maschine in umgekehrter Richtung wieder ein, so daß also das Bedienungspersonal tatsächlich auf nichts zu achten hat.

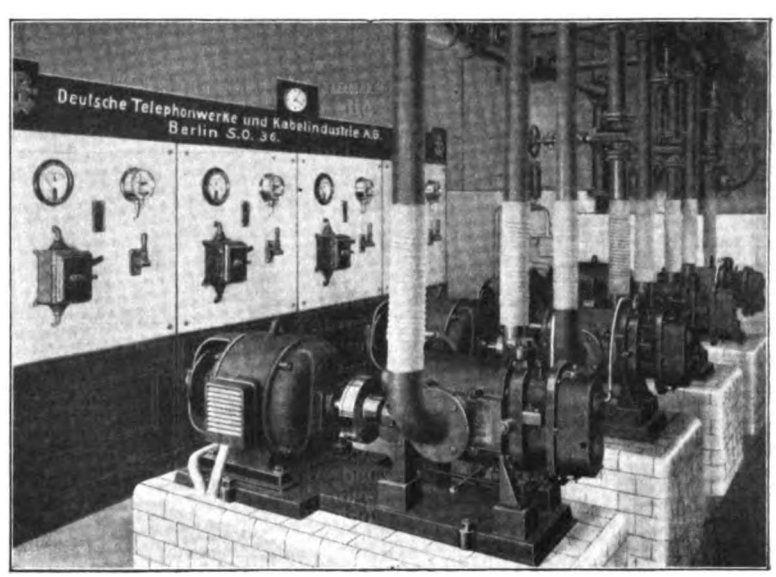


Abb. 2. Gebläsemaschinen der Stadtrohrpost Bern.

Um aber trotzdem in der Zwischenzeit ein Bild von dem Zustand der Strecke zu haben, befindet sich neben jedem Apparat ein optischer Büchsenzähler, an dem durch

Digitized by Google

große Lichtzahlen jederzeit selbsttätig angezeigt wird, wie viele Rohrpostbüchsen unterwegs sind und in welcher Richtung dieselben fahren. Durch dieses vollkommen selbsttätige Arbeiten der ganzen Anlage ist es auch ohne weiteres möglich, die Rohrpostbüchsen einzeln zu senden, sobald eine Sendung vorliegt, statt, wie es früher der Fall war, die Rohrpostbüchsen in sog. Rohrpostzügen nach festen Fahrplänen zu versenden, wobei die Sendungen bis zum Abgang des nächsten Zuges jeweils gesammelt werden mußten.

Zwischen dem Haupttelegraphenamt und dem Postamt X sowie dem Telegraphenbüro im Bahnhof wurde eine Anlage mit Doppelrohr mit Richtungsbetrieb vorgesehen. Bei diesem System ist für jede Senderichtung ein besonderes Fahrrohr vorhanden, wodurch eine bedeutende Steigerung der Büchsensendungen erreicht wird, weil gleichzeitig Rohrpostbüchsen in kurzen Abständen hintereinander nach beiden Richtungen befördert werden können. Die Anlage arbeitet natürlich auch in diesem Fall vollkommen selbsttätig.

15 000 kW-Elektrodendampfkessel in Norwegen.

Während der Kriegsjahre wurde in Ländern, die über große Wasserkräfte, aber nicht über Kohle- oder Ölvorkommen verfügen und in denen damals Brennstoffmangel herrschte, damit begonnen, die elektrische Dampferzeugung industriell zu verwerten. In diesen Ländern hat der Elektrokessel auch später nicht nur seinen Platz behauptet, sondern in zunehmendem Maße Verbreitung gefunden.

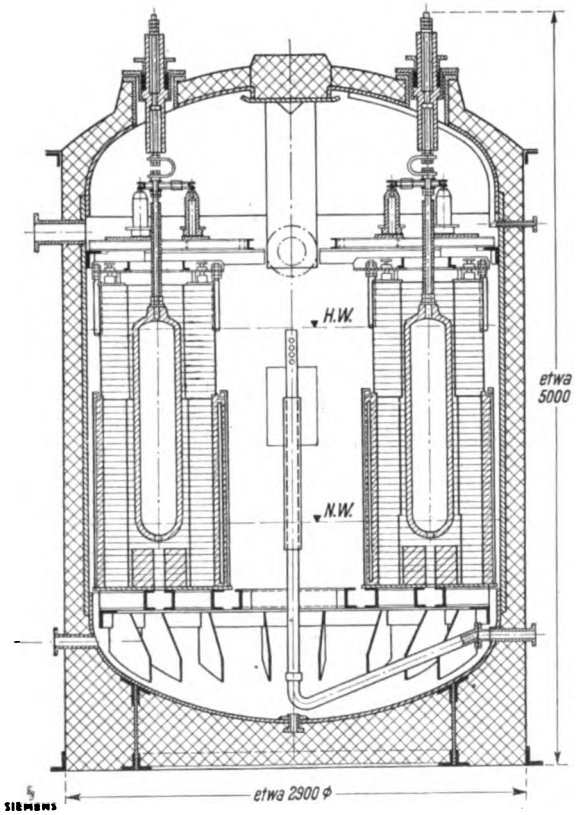


Abb. 1. 15 000 kV-Elektrodendampfkessel.

Der fortschreitende Ausbau der Wasserkräfte schuf die Voraussetzungen hierfür; dazu machten sich seine Vorzüge gegenüber dem brennstoffgeheizten Kessel geltend, von denen die leichte Regelbarkeit, die kurze Anheizzeit, die geringen Anforderungen an das Bedienungspersonal, der kleine Platzbedarf und die niedrigen Anschaffungskosten genannt seien. Besonders in den skandinavischen Ländern führen sich die Elektrokessel immer mehr ein.

So wurden in Norwegen im letzten Frühjahr wieder mehrere große Elektrokessel aufgestellt, unter denen eine Ausführung mit einer Leistung von 15 000 kW besonders bemerkenswert ist. Dieser Elektrodampfkessel ist an 5000 V Drehstrom, 50 Hz angeschlossen und erzeugt bei voller Leistungsaufnahme stündlich etwa 22 t Dampf von 15 atü. Die Temperatur des Speisewassers beträgt hierbei 100 ° C. Der Kessel enthält 2 dreiphasige Elektrodensysteme, also 6 Elektroden, die, wie Abb. 1 zeigt, mit keramischen Verdrängerkörpern umgeben sind. Jedes Elektrodensystem kann für sich durch einen Expansionsschalter ein- und ausgeschaltet werden. Die Leistungsaufnahme wird durch Verändern des Wasserstandes geregelt; der Regelbereich liegt zwischen 15 000 und 2400 kW für beide Elektrodensysteme bzw. zwischen 7500 und 1200 kW für ein Elektrodensystem; zeitweise ist jedes der beiden Elektrodensysteme bis auf 8500 kW überlastbar. Da mit größeren Spannungschwankungen zu rechnen war, wurde der Kessel so ausgelegt, daß er bei allen Spannungen zwischen 4600 und 5500 V arbeiten kann.

Wie sorgfältig dieser Kessel in allen Einzelheiten ausgeführt wurde, geht daraus hervor, daß die Abweichungen der 3 Phasenströme bei allen Leistungen untereinander weniger als 1 % betragen. Auch die bei der Elektrodenheizung in geringem Maße auftretende Gleichrichterwirkung konnte besonders klein gehalten und damit auch eine elektrolytische Wasserzersetzung praktisch ganz vermieden werden. Bei Elektrodendampfkesseln gilt eine erzeugte Gleichspannung von 3 ··· 4 V bei Drehstromnetzen von 5000 V, 50 Hz als sehr günstiger und durchaus zulässiger Wert; bei den Abnahmeversuchen wurde jedoch an diesem 15 000 kW-Kessel eine Gleichspannung von nur 1,5 V gemessen.

Der Elektrokessel kann ferner in weiten Grenzen den im Laufe des Jahres auftretenden Schwankungen in der Zusammensetzung des Speisewassers angepaßt werden. Elektrodendampfkessel arbeiten im allgemeinen mit einem spezifischen Widerstand im Kesselwasser von 800 bis 1000 Ω cm²/cm, der durch Abschlämmen gleichgehalten wird. Hat das Speisewasser einen geringeren Widerstand als normal, dann muß die Abschlämmung verstärkt und damit eine Verschlechterung des Kesselwirkungsgrades in Kauf genommen werden. Bei dem 15 000 kW-Kessel wurde dagegen durch besondere Maßnahmen erreicht, daß er mit nahezu gleichbleibendem Wirkungsgrad bei Wasserwiderständen zwischen 200 und 800 Ωcm²/cm arbeiten kann. Es kann daher unabhängig von den im Laufe der Jahreszeiten auftretenden Änderungen der Speisewasserbeschaffenheit stets die jeweils zur Verfügung stehende Energie voll ausgenutzt werden.

Der Elektrokessel arbeitet mit einer selbsttätigen Regelung, die es ermöglicht, sowohl den Dampfdruck als auch die Leistungsaufnahme gleichzuhalten. Gewöhnlich arbeitet der Elektrokessel parallel mit einer Reihe von kohlegefeuerten Kesseln, die mit ihrem großen Volumen für den Dampfdruck bestimmend sind. Er wird dann nur auf eine gleichbleibende Leistungsaufnahme geregelt, die der im Netz verfügbaren Überschußleistung entspricht. In diesem Fall wird sowohl der Wasserstand durch Öffnen und Schließen eines Speiseventils als auch der elektrische Widerstand des Kesselwassers durch Betätigung des Abschlämmventils selbsttätig auf dem eingestellten Wert gehalten. Arbeitet dagegen der Elektrokessel bei geringem Dampfbedarf des Werks allein, so hat er auch die Aufgabe der Gleichhaltung des Dampfdruckes zu übernehmen. Es wird dann der Wasserstand bei steigendem Dampfdruck durch Ablassen von Wasser gesenkt, bei sinkendem Dampfdruck durch erhöhte Speisewasserzufuhr gehoben, so daß die Leistungsaufnahme selbsttätig in Übereinstimmung mit dem Dampfbedarf gebracht wird.

Die ganze Elektrodampfkesselanlage einschließlich der Schaltanlage und der Regeleinrichtungen ist von der Siemens-Schuckertwerke AG. ausgeführt worden.

Digitized by Google

Wasserturbinen und hydraulische Ausrüstungen.

Der erhöhte Bedarf an elektrischem Strom hat im letzten Jahrzehnt in Deutschland eine vermehrte Heranziehung von Wasserkräften zur Stromversorgung hervorgerufen. Die erheblichen Vorteile einer hydraulischen Energiespeicherung für die Elektrizitätswirtschaft haben weiter bei dem Mangel an größeren natürlichen Wasserspeichern zur Errichtung einer Reihe bedeutender Pumpspeicherwerke geführt, die jeweils in der Nähe von Großverbrauchszentren liegen und dort zur Deckung des Bedarfs an Spitzenstrom und als sofort einsetzbare Reserve dienen.

Im Gegensatz zu dieser Entwicklung ist die Durchführung des Speichergedankens auf hydraulischem Wege in anderen Ländern über einzelne Anfänge nicht hinausgekommen. Der im Auslande noch vorhandene Reichtum an unausgebauten großen Wasserkräften im Verein mit

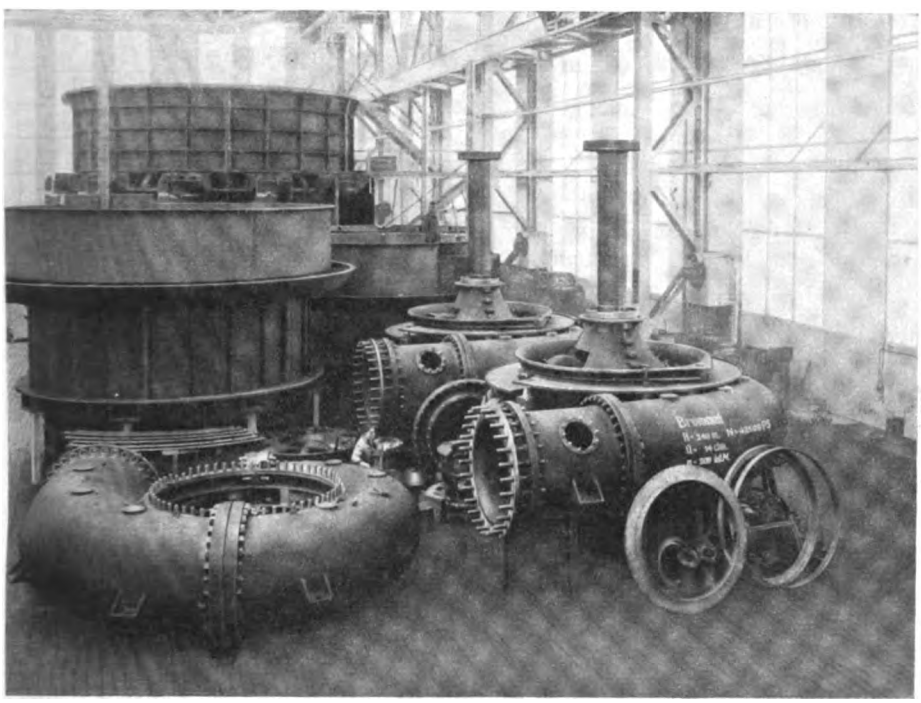


Abb. 1. Drei Francis-Spiralturbinen für Anlage Brommat beim Zusammenbau in der Werkstatt.

der Möglichkeit zur Schaffung von Staubecken mit großem Einzugsgebiet hat mit zunehmendem Energiebedarf wohl die Ausbeute dieser Energiespender stark gefördert, aber ein Bedürfnis nach Pumspeicherwerken für die Spitzendeckung nicht entstehen lassen. Aus diesem Grunde ist im Ausland in den letzten Jahren eine beträchtliche Anzahl von Großwasser-Kraftanlagen ohne Pumpspeicherbetrieb enstanden, bei denen J. M. Voith, Heidenheim/Brenz, bedeutende Lieferungen tätigte.

Im Rahmen des im Bau befindlichen Stromverteilungsnetzes, welches die großen Hauptverbrauchszentren Paris, Lyon, Marseille und Bordeaux mit Strom versehen soll, kommt den beiden Wasserkraftzentralen Sarrans und Brommat am Flusse Truyère[1]) mit ihrem Staubecken und Ausgleichbecken eine wichtige Rolle in der Deckung des Spitzenbedarfs zu, indem sie eine mächtige Kraftquelle und einen Ausgleich für die Energieerzeugung der anderen mit ihnen durch das Netz verbundenen Kraftzentralen bilden.

Am Fuße einer Staumauer, welche eine Schlucht der Truyère abriegelt, befindet sich das Kraftwerk Sarrans, wo 3 Stromerzeugersätze mit vertikalen Wellen eingebaut sind. Drei Rohre von je 3 m Dmr. führen das Wasser zu den 3 Francis-Spiralturbinen, wobei jede Turbine von ihrer Rohrleitung durch zwei hintereinander angeordnete Drosselklappen abgesperrt werden kann. Die untere Klappe besitzt Gummidichtung und hydraulischen Antrieb und wird bei Überdrehzahl der Maschine durch ein Sicherheitspendel auch bei voller Beaufschlagung der Turbine zum Schließen gebracht. Die Turbinen arbeiten unter einem zwischen 50 und 95 m wechselnden Gefälle. Das Laufrad ist wegen der größeren Beständigkeit gegen Korrosionsangriffe aus Bronze für eine Drehzahl von 187 U/min gebaut und kann eine Leistung bis zu 52 000 PS entwickeln.

Die Anlage Brommat erhält ihr Zuflußwasser aus dem unteren Ausgleichbecken von Sarrans durch einen horizontalen Tunnel und zwei daran anschließende vertikale Druckrohrleitungen. Die ungewöhnliche Anordnung der Zentrale in einer Tiefe von etwa 240 m unter Tag ließen besondere Sicherheitsvorkehrungen geboten erscheinen. Die vor jeder Turbine angeordneten Kugelschieber aus Stahlguß können durch Handeingriff von der Maschinenschalttafel aus geschlossen werden und schließen sich selbsttätig bei Überschreitung der normalen Maschinendrehzahl, unabhängig von der jeweiligen Öffnung des Turbinenleitapparates. Zum schnellen Stillsetzen der Maschine im Gefahrfalle ist auf der Welle eine Freistrahlturbine als Bremse angeordnet. Die Kühlwasserversorgung kann über eine besondere Ringleitung entweder durch eine Pumpe aus dem Unterwasser, oder durch ein Reduzierventil aus der Hochdruckleitung, oder aber, was besonders bemerkenswert ist, aus der Spaltwasserleitung der Turbine erfolgen.

Im Kraftwerk sind 6 aus Spiralturbine (Abb. 1) und unmittelbar gekuppeltem Generator bestehende Maschinensätze mit vertikaler Welle und 3 Führungslagern aufgestellt, wobei das Spurlager auf der aus Blech geschweißten Generatorbrücke angeordnet ist. Die Francis-Spiralturbinen mit Laufrädern aus Bronze stehen unter einem Gefälle von 240 m, und jede kann eine Leistung von 42 500 PS bei einer Drehzahl von 500 U/min entwickeln. Vom Geschwindigkeitsregler sind Servomotor und Steuerwerk getrennt in verschiedenen Stockwerken aufgestellt.

Von den im Flußgebiet des Jucar in der spanischen Provinz Valencia erbauten Wasserkraftanlagen ist die Anlage Millares wegen ihrer Größe bemerkenswert. Es sind dort 2 Maschinensätze mit vertikaler Welle aufgestellt und der Einbau von 2 weiteren Einheiten ist vorgesehen. Eine Maschinengruppe besteht ebenfalls aus einem Stromerzeuger in geschweißter Bauweise mit 2 Führungslagern und einem am oberen Wellenende sitzenden Spurlager sowie einer unmittelbar gekuppelten Francis-Spiralturbine mit einem Führungslager. Zwischen Spiralgehäuse und Rohrleitung ist eine Drosselklappe mit Druckknopfsteuerung angeordnet. Jede Turbine hat einen bei den Abnahmeversuchen ermittelten höchsten Wirkungsgrad von 93 % und gibt bei einer Drehzahl von 375 U/min und einer Fallhöhe von 138 m eine Leistung von 28 500 PS ab. Laufrad und Leitschaufeln sind aus Bronze gefertigt.

Zur Versorgung der Hauptstadt Mexiko und eines Bergwerkes wurde im Staate Michoacan am Rio Lerma das Wasserkraftwerk Tepuxtepec mit zwei vertikalen Maschinensätzen erstellt, in welches später zwei weitere Einheiten eigebaut werden sollen. Jede Einheit setzt sich aus einer Francis-Spiralturbine (Abb. 2) mit angekuppeltem Drehstromerzeuger zusammen und enthält 3 Führungslager für die Welle, sowie ein auf die obere geschweißte Generatorbrücke gesetztes Spurlager. Aus einem Staubecken mit einem vorgesehenen Fassungsvermögen von 500 Mill m³ fließt das Wasser den Turbinen

[1]) Siehe S. 151 dieses Heftes.

Digitized by Google

über einen Druckstollen von 4,2 m lichte Weite und 3,1 km Länge und Druckrohrleitungen zu. Vor jeder Turbine ist ein Kugelschieber aus Stahlguß angeordnet, welcher durch Druckknopfsteuerung betätigt und auch bei Durchfluß der vollen Wassermenge geschlossen werden kann. Die Maschinen laufen mit einer Drehzahl von 428 U/min und jede Turbine leistet unter dem höchsten Gefälle von 191 m 35 600 PS. Die Druckölbereitung für den Wasserdruckregler und den Geschwindigkeitsregler geschieht mit einer durch eine Freistrahlturbine angetriebenen Zahnradölpumpe mit Reserveantrieb durch einen Elektromotor. Die mit besonderer Sorgfalt durchgeführten Wassermessungen ergaben für die Turbine einen höchsten Wirkungsgrad von 91,8 %.

Wegen der Größe der Turbinen ist noch das Großkraftwerk am Rio Esla in Spanien hervorzuheben, in welches von den 4 vorgesehenen Maschinensätzen zunächst 3 eingebaut werden. Jede Maschinengruppe besteht aus einer Francis-Spiralturbine mit senkrechter Welle sowie unmittelbar gekuppeltem Drehstromerzeuger mit Erregermaschine. Jede Turbine kann beim höchsten Nutzgefälle von 87 m 75 000 PS entwickeln; die Drehzahl beträgt 187,5 U/min.

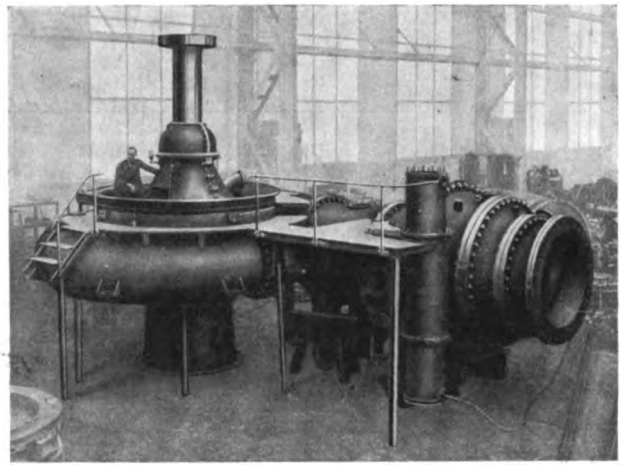


Abb. 2. Eine Francis-Spiralturbine mit Kugelschieber von 1,4 m l. W. für Wasserkraftwerk Tepuxtepec in der Werkstatt.

Bei Wasserkraftanlagen sind oft Schwingungserscheinung beobachtet worden, die bei den zuerst erwähnten drei Anlagen aber über ein gewohntes Maß hinausgingen. Daß die störenden Erscheinungen auf Auslandswerke beschränkt blieben, hängt wohl in erster Linie damit zusammen, daß die im Ausland in großer Zahl vorhandenen starken Rohwasserkräfte mit besonders hohen Gefällen beim Ausbau derselben zwangläufig zu Turbinen mit vertikaler Anordnung, großen Leistungen und hohen Drehzahlen geführt haben, während gleichzeitig im Bestreben nach schnellerer Herstellung und günstigerer Werkstoffausnutzung bei den Generatoren sich der Übergang von Gußgebilden für Gehäuse und Tragbrücken zu geschweißten Bauweisen vollzog. Die Steigerung der Drehzahl und die gleichzeitige Erniedrigung der Eigenfrequenzen in den Tragkörpern stellte sowohl die Konstrukteure der Generatoren als auch die der Wasserturbinen insofern vor besondere und neue Aufgaben, als neben den gewöhnlichen Festigkeitsfragen bei der neuen Entwicklungstufe der Maschinen Schwingungsfragen zu berücksichtigen sind.

Bei den Wasserkraftanlagen Brommat, Millares und Tepuxtepec wurden von den beteiligten Firmen in gemeinsamer Arbeit und durch die von J. M. Voith zur Ermittlung von Eigenfrequenzen in ihrer Versuchsanstalt durchgeführten Versuche mit Modellwellen die aufgetretenen Störungen vollständig beseitigt. Die hierbei gemachten Erfahrungen wiesen auf einen gemeinsamen Weg, der bei der Planung und Ausführung derartiger Wasserkraftanlagen einzuschlagen ist.

Im Zusammenhang mit dem in der Einleitung erwähnten Aufschwung im Bau von Pumpspeicherwerken hat in Deutschland auch die Anwendung selbsttätiger Steuerung für die Speicherpumpensätze sowie für das Parallelschalten der Stromerzeuger mit dem Netz gleichzeitig Eingang gefunden. Durch eine solche Automatisierung werden Fehlschaltungen bei den in hydraulischen Speicherwerken vorkommenden mannigfaltigen Manövern vermieden, die Zeitspannen für die Übergänge von einer Betriebsart zur anderen und besonders zum Stromerzeugungsbetrieb verringert und damit die Betriebsbereitschaft wesentlich erhöht. Die Automatisierung ist

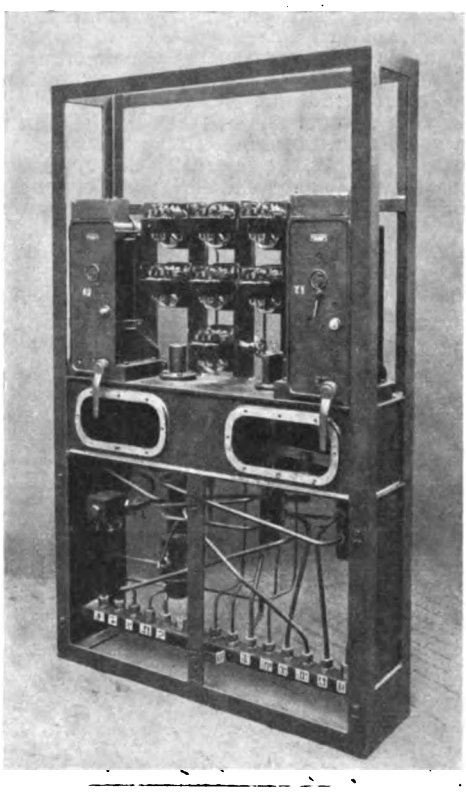


Abb. 3. Steuerschrank für die Automatik der spanischen Wasserkraftanlage Terradets. Durch Abnahme der unteren Türen und Deckel sind die Steuerventile sichtbar gemacht.

aus diesen Gründen auch in solchen Wasserkraftanlagen ohne Speichermöglichkeit zur Anwendung gekommen, die dem Zwecke dienen, mit der Stromlieferung augenblicklich einzusetzen.

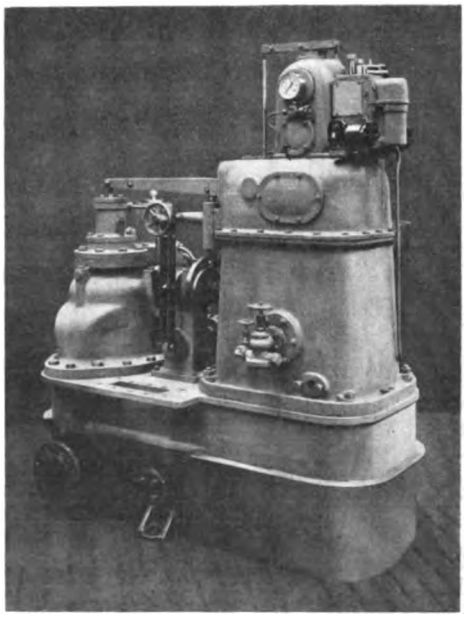


Abb. 4. Steuerregler (rechts) zusammengebaut mit Hauptsteuerventil (links) für eine Turbine des Kraftwerkes Terradets, Spanien.

In ausländischen Kraftanlagen, die an großen Staubecken mit natürlichem Zufluß für den gleichen Zweck errichtet wurden, ist die Automatisierung ebenfalls ein-

Digitized by Google

geführt worden. Auch Wasserkraftwerke ohne Energiespeicherung wurden mit selbsttätiger Steuerung ausgerüstet.

Im norwegischen Kraftwerk Grönvollfoss, wo zwei Kaplanturbinen aufgestellt sind, welche bei einem Nutzgefälle von 22,6 m und 214 U/min je 20 500 PS leisten, ist kein ständig anwesendes Bedienungspersonal vorhanden. Das Werk wird von einer benachbarten Station aus gesteuert, von wo aus die Maschinen angefahren und abgestellt werden. Die Maschinen unterstehen außerdem der selbsttätigen Kontrolle durch die Vorrichtungen zur Gefahrenüberwachung und schließlich dem Einfluß einer Schwimmerregelung, die stets eine bestimmte, durch einen Wasserführungsplan jeweils vorgeschriebene Wassermenge vom Kraftwerk abfließen läßt. Dazu wird, wenn es notwendig wird, auch eine Regelschütze herangezogen, die dann ebenfalls selbsttätig eingreift.

Die am Noguera Pallaresa in der spanischen Provinz Lerida gelegene Wasserkraftanlage Terradets, Abb. 3 und 4, arbeitet ohne Aufsichtspersonal. Die beiden Francis-Spezialturbinen mit vertikaler Welle, welche unter einem Gefälle von 29,5 m und mit 166,6 U/min zusammen 46 000 PS abgeben können, werden von der Befehlstelle eines anderen Kraftwerkes aus durch einfaches Kuppeln oder Entkuppeln der elektrischen Fernleitungen in Betrieb genommen oder stillgesetzt. Die Zahnradpumpen für die Druckölbereitung zur Regelung sind ständig in Betrieb, ebenso ist die vor jeder Rohrleitung angeordnete Einlaßschütze normalerweise und auch bei Stillstand der Maschinen offen, kann aber durch Fernsteuerung in jeder beliebigen Weise betätigt werden. Die Überwachung der Maschinen während des Laufes geschieht durch zwei Gruppen von Einrichtungen, wobei die von der einen ausgehenden Impulse im Gefahrfalle die Maschine abstellen, beim Eintreten normaler Bedingungen jedoch auf den Anfahrbefehl hin den Anlauf wieder zulassen, die von der anderen Gruppe ausgehenden Anstöße hingegen Verriegelungen einschalten, die einen Wiederanlauf ohne Handeingriff unmöglich machen. Zur ersten Gruppe gehören beispielsweise die Relais für Überstrom, Unterspannung und Öldruck, zur zweiten die Relais für Übertemperatur und für Pendelriemenbruch, sowie eine Anzahl von Sicherungen im elektrischen Teil. Da beim Abreißen eines Bruchbolzens an einem Leitschaufelhebel die Bremse die Maschine nicht stillzusetzen vermöchte, steht mit den Bremsen ein Zeitrelais und eine Stillstandsmeldepumpe in Verbindung, was bei zu langer Bremszeit ein Schließen der betreffenden Schütze bewirkt.

In Japan, wo die Einführung der Automatisierung besonders rasche Fortschritte gemacht hat, ist neuerdings in der Anlage Hosowo ein ohne Bedienung arbeitender Maschinensatz, bestehend aus Doppelspiralturbine für 83 m Nutzgefälle, 600 U/min und 4850 PS Leistung mit Stromerzeuger eingebaut worden. Das Anlassen erfolgt demgemäß durch Fernsteuerung, wobei nach Durchgabe des Befehls alle zum Anlassen notwendigen Schaltungen selbsttätig ablaufen und nacheinander Ölpumpen, Absperrschieber, Geschwindigkeitsregler in Tätigkeit treten und den Leitapparat der Turbine öffnen. Beim Abstellen wickeln sich die Vorgänge in der umgekehrten Reihenfolge ab, wobei noch eine Bremse zur Wirkung kommt. Die eingebauten Überwachungseinrichtungen greifen bei aufziehender Gefahr von selbst ein und schützen so die Maschine vor Beschädigungen.

An der Entwicklung von Wasserkraftanlagen mit Francis-Turbinen hat Deutschland auf seine Weise entscheidenden Anteil genommen. So sind die Absperrorgane, Wasserturbinen, Regler und hydraulischen Einrichtungen zur Automatisierung bei mehreren der in diesem Aufsatz erwähnten Großkraftanlagen ausschließlich, bei den übrigen zu einem bedeutenden Teil von J. M. Voith, Heidenheim/Brenz, geliefert worden.

Großgleichrichter, Schaltanlagen und Lokomotivantriebe für französische Bahnen.

An der Ausrüstung für die Versorgung der elektrisch betriebenen Verkehrsmittel der Großstadt Paris ist die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, mit bemerkenswerten Lieferungen beteiligt worden. Im folgenden wird zunächst über einige Gleichrichterunterwerke kurz berichtet, die zur Speisung der Vorort-, Untergrund- und Straßenbahnen dienen.

I. Unterwerke für die Pariser Vorortstrecken der französischen Staatsbahnen.

Vom Kopfbahnhof St. Lazare, der den größten Personenverkehr sämtlicher Bahnhöfe von Paris aufweist und sich vor allem durch außerordentlich hohe Belastungsspitzen in den Morgen-, Mittags- und Abendstunden auszeichnet, gehen zahlreiche stark belastete Vorortstrecken nach dem westlichen Teil der sogenannten „kleinen Bannmeile“ aus. Die Strecken berühren besonders in der näheren Umgebung der Stadt stark bevölkerte Wohnviertel und enden zum Teil in Versailles und St. Germain. Einige Strecken waren schon frühzeitig mit 650 V Gleichstrom elektrisiert worden, der durch Umformung von Drehstrom von 15 000 V und 25 Hz in Einankerumformern erzeugt wurde. Im Rahmen der weiteren Elektrisierung, die auch die notwendig gewordene Umstellung des Drehstrom-Speisenetzes auf 50 Hz mit einschloß, wurde die AEG von den französischen Staatsbahnen mit dem Umbau und der Neuausrüstung der beiden größten Unterwerke in Cardinet und Asnières betraut, die dem Kopfbahnhof St. Lazare zunächst liegen und die größten Laststöße aufzunehmen haben.

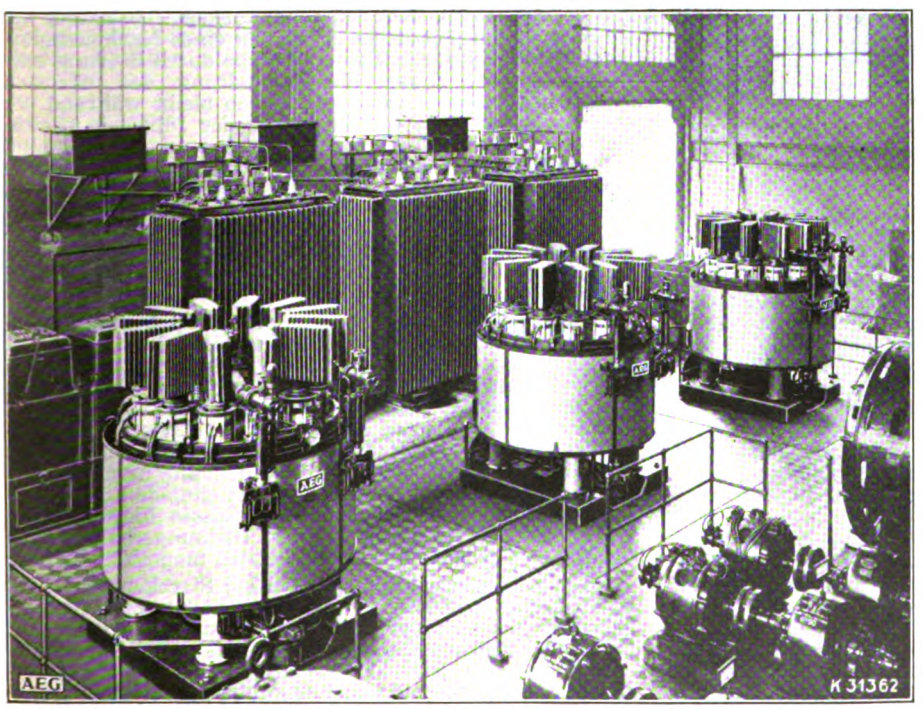


Abb. 1. Gleichrichter-Unterwerk Cardinet der französischen Staatsbahnen.

Die AEG lieferte für jedes Unterwerk drei Eisen-Großgleichrichter einschl. Umspannern und der erforderlichen Schaltanlage. Jedes Gefäß leistet 2100 kW dauernd bei 650 V Gleichstrom-Vollastspannung. Die zulässigen Überlastströme betragen 4500 A während 5 min

Digitized by Google

und 6500 A während 1 min. Die unterspannungseitig sechsphasig geschalteten Umspanner sind auf der Oberspannungsseite an die vorhandenen Drehstrom-Sammelschienen von 15 750 V und 50 Hz angeschlossen und speisen über Stromteiler die Gleichrichter in der bekannten AEG-Ausführung mit je 12 wassergekühlten Anoden (Abb. 1). Zur Beherrschung der durch die großen Stöße bedingten Quecksilberdampfmengen besitzen die Gefäße neben der Außenmantelkühlung noch eine Innenwasserkühlung im Vakuumraum mit Frischwasserspeisung. Die Vakuumhaltung erfolgt durch zwei dreistufige Quecksilberdampf-Strahlpumpen, die dauernd in Betrieb sind. Der Vorvakuumbehälter wird durch eine umlaufende Pumpe nach Bedarf in längeren Zeitabständen entleert. Jeder Gleichrichter ist durch einen Rückstrom-Schnellschalter geschützt.

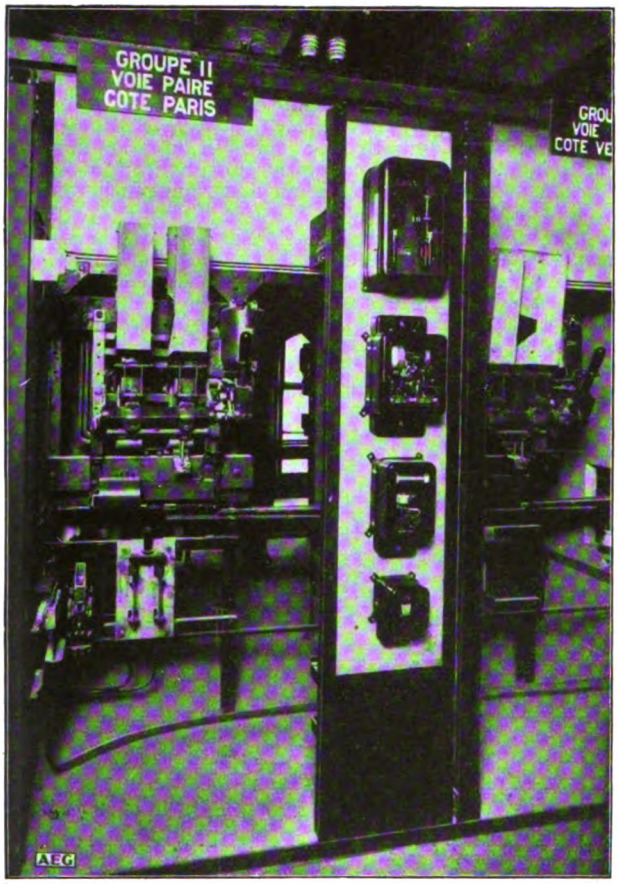


Abb. 2. Streckenschalter 4000 A, 600 V, mit getrennter Relaistafel im Unterwerk Asnières der französischen Staatsbahnen.

Während das handbediente Unterwerk Cardinet in dem Aufbau der Schaltanlage keine Besonderheiten aufweist, ist das Unterwerk Asnières für vollselbsttätigen Betrieb eingerichtet. Seine Knotenpunktlage an den Streckenabzweigen nach Colombes, Versailles und St. Germain und die sehr stark schwankenden Lasten stellen an die selbsttätigen Steuereinrichtungen sehr hohe Anforderungen. Die drei Gleichrichtersätze speisen das vielgleisige Bahnnetz über 12 selbsttätig arbeitende Streckenspeiser von je 4000 A (Abb. 2), denen als Rückhalt zwei Ersatzschalter zugeteilt sind. Die Aufgaben, die den selbsttätigen Steuereinrichtungen gestellt werden, sind teils durch den beträchtlichen Umfang der Gesamtanlage, teils durch die erforderliche höchste Betriebsicherheit dieses wichtigen, ohne Bedienung arbeitenden Unterwerkes sehr zahlreich. Sie lassen sich in zwei Hauptgruppen teilen: Das Unterwerk muß sich den Belastungsbedingungen selbsttätig anpassen und mit möglichst geringen Verlusten arbeiten, und es muß den Störungen begegnen, die erfahrungsgemäß auftreten können.

Die Unterwerksleistung ist so bemessen, daß zwei Gleichrichtersätze den Betrieb durchführen können, der dritte dient als Rückhalt. Jeder Satz ist so ausgelegt, daß er etwa die Grundlast des Werkes übernehmen kann. Bei Betriebsbeginn der Bahn wird eine der Gruppen oder Betriebseinheiten, die durch eine Steckvorrichtung beliebig wählbar ist, von einer Kontaktuhr selbsttätig eingeschaltet. Der Belastungszustand dieser für die anderen führenden Einheit ist dann in der Folge maßgebend für die selbsttätige Zu- und Abschaltung der übrigen nach Bedarf. Aus Gründen der Betriebsicherheit wird die Rolle der führenden und der auf Einsatz harrenden Gruppe nicht dauernd

Abb. 3. Wasserschalter 400 MVA, 600 A, Reihe 10.

den gleichen Einheiten übertragen. Es ist erforderlich, daß jede Einheit diese oder jene Rolle übernehmen kann. Diese Bedingung führt zwangsmäßig dahin, daß alle Gruppen mit der gleichen selbsttätigen Ausrüstung versehen werden, und daß alle Schaltvorgänge für die selbsttätige Zu- und Abschaltung in Kreisfolge vor sich gehen, damit die Gleichwertigkeit jeder Einheit insbesondere bei Störungen immer gewahrt bleibt.

Die selbsttätige Zu- und Abschaltung bei Überlastungen bzw. Entlastungen der führenden Gruppe erfolgt in der Regel immer mit einstellbarer Zeitverzögerung, um unnötige Schaltungen bei kurzzeitigen Leistungsänderungen zu vermeiden. Nur bei sehr starken Überlasten, wie sie etwa durch plötzliches Ausfallen eines Nachbarunterwerkes oder bei Ausfall einer Gruppe durch Störung auftreten können, findet die Zuschaltung des nächsten Satzes unverzögert statt. In Betrieb bleibt während der Dienstzeit des Unterwerkes immer der führende Gleichrichter. Fällt er durch einen Schaden aus, so schaltet sofort die nächstfolgende Gruppe zu und erwirbt dadurch dessen Eigenschaften. Der führende Satz wird erst bei Dienstschluß durch die Kontaktuhr außer Betrieb genommen. Eine kranke Gruppe kann nicht selbsttätig zugeschaltet werden. Sie leitet den Einschaltbefehl sofort an die in der Reihenfolge zuständige gesunde Einheit selbsttätig weiter.

Diese selbsttätige Anpassung an die Belastungsbedingungen des Unterwerkes erfordert natürlich einen gut ausgebildeten Störungschutz. Die Vakuumhaltung, Kühlung und ordnungsgemäße Zündung der Gleichrichter müssen selbsttätig überwacht und schon bei nahender Gefahr an die Überwachungstelle des Unterwerkes gemeldet werden. Durch Ordnungschalter kann jede Gruppe aus dem selbsttätigen Schaltzusammenhang herausgenommen und von Hand gesteuert werden, ohne daß die selbsttätige Arbeitsweise des einzelnen Satzes hierdurch gestört wird. Durch einen anderen Ordnungschalter kann das ganze Unterwerk auf Handbetrieb umgestellt werden.

Die Streckenschalter schalten bei Streckenkurzschluß und Überlast selbsttätig aus und schalten nach vorhergehender wiederholter Prüfung selbsttätig wieder zu, sobald die Störungsursache beseitigt ist. Bei Dauerkurzschluß auf der Strecke verriegeln sich die Streckenschalter nach fünfmaligem Wiedereinschaltversuch selbsttätig und geben Meldung an die Überwachungstelle. In einer gemeinsamen Schalttafel sind die Felder für die

Digitized by Google

Gleichrichter, Streckenabzweige und Automatik vereinigt. Bei Handbetrieb wird das Unterwerk von hier aus bedient und überwacht.

Sämtliche Streckenspeiser können vom Bahnhof Asnières aus einzeln oder zusammen sofort abgeschaltet werden. Die selbsttätige Wiedereinschaltung wird hierdurch verriegelt, so daß bei einem Unfall auf den Gleisen die ganze Gleisanlage spannungslos gemacht werden kann. Die Schaltstellungen werden nach dem Bahnhof durch Signallampen zurückgemeldet.

Das störungsfreie Arbeiten der gesamten selbsttätigen Steuereinrichtungen im Unterwerk Asnières gab der Verwaltung Veranlassung, der A E G eine weitere Ausrüstung einschließlich Schaltanlage für das Unterwerk Bellevue—Funiculaire der französischen Staatsbahnen, das vorerst mit zwei Gleichrichtern in Betrieb genommen wurde, in Bestellung zu geben. Der Grundsatz der Zu- und Abschaltung der einzelnen Gruppen in Kreisfolge gestattet die spätere Zuführung beliebig vieler weiterer Schalteinheiten, ohne daß an der vorhandenen Anlage größere Änderungen vorgenommen werden müssen.

II. Unterwerke für die Untergrundbahnen in Paris.

Nachdem im Unterwerk Cité im Hauptverkehrszentrum von Paris ein AEG-Gleichrichter älterer Bauart von 600 kW Leistung mit Einankerumformern viele Jahre parallel gearbeitet hatte, wurde der AEG der Ausbau des Unterwerkes mit Großgleichrichtern übertragen. Es wurden drei 12anodige Gefäße von je 1500 kW bei 600 V mit einer Überlastungsfähigkeit von 50 % während 60 min und 100 % während 2½ min aufgestellt.

Durch die Erhöhung der Kurzschlußleistung im Drehstromspeisenetz der Untergrundbahn mußten in einem anderen Unterwerk Leistungsschalter größerer Abschaltleistung eingebaut werden. Die Schalter wurden mit Rücksicht auf die Lage inmitten der Stadt als öllose Schalter, und zwar als Wasserschalter (Abb. 3) für 200 und 400 MVA Kurzschlußleistung bei 10 kV, 50 Hz von der AEG geliefert.

III. Unterwerke für die Straßenbahn Paris.

Zwei 12anodige AEG-Eisengleichrichter von je 1000 kW bei 600 V speisen die Pariser Straßenbahn. Die Überlastbarkeit beträgt 50 % während 5 min und 100 % während 2 min.

IV. Lokomotivantriebe für Paris—Orléans und Südbahn.

Anfang des Jahres 1929 erhielt die A E G den Auftrag auf Lieferung von 3 Radsätzen mit Federtopfantrieb für eine Schnellzuglokomotive, Bauart 2 $C_0$2, Reihe E 3101 (Abb. 4). Bei dieser Lokomotive, die mit Vertikalmotoren ausgerüstet ist, wird das Motordrehmoment über Kegelräder auf die Hohlwelle und von hier über die in den

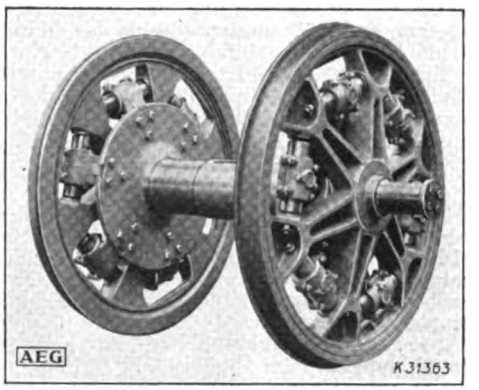


Abb. 4. Radsatz mit Federtopfantrieb der 2 $C_0$2-Lokomotive

Töpfen untergebrachten Federn auf die Treibräder übertragen. Die Lokomotive ist seit Herbst 1929 mit bestem Erfolge in Betrieb. Diese günstigen Betriebserfahrungen mit dem AEG-Federtopfantrieb haben dazu geführt, daß nunmehr weitere 6 Schnellzuglokomotiven der Bauart 2 Do 2 mit diesem Antrieb ausgerüstet werden. Der AEG wurde im Herbst 1934 der Auftrag auf die Federtopfantriebe für 24 Treibachsen dieser Lokomotiven übertragen. Ihre Indienststellung soll im Frühjahr 1935 erfolgen.

Dampfkraftwerk in Lothringen.

Im Rahmen der z. Z. im lothringischen Kohlengebiet zur Ausführung gelangenden Kraftwerksbauten wurde Brown, Boveri in Mannheim der Auftrag auf Planung und Bauausführung, also auf die vollständige Generalunternehmerschaft für den Bau eines Elektrizitätswerks und Preßluft für eine große Kohlen-

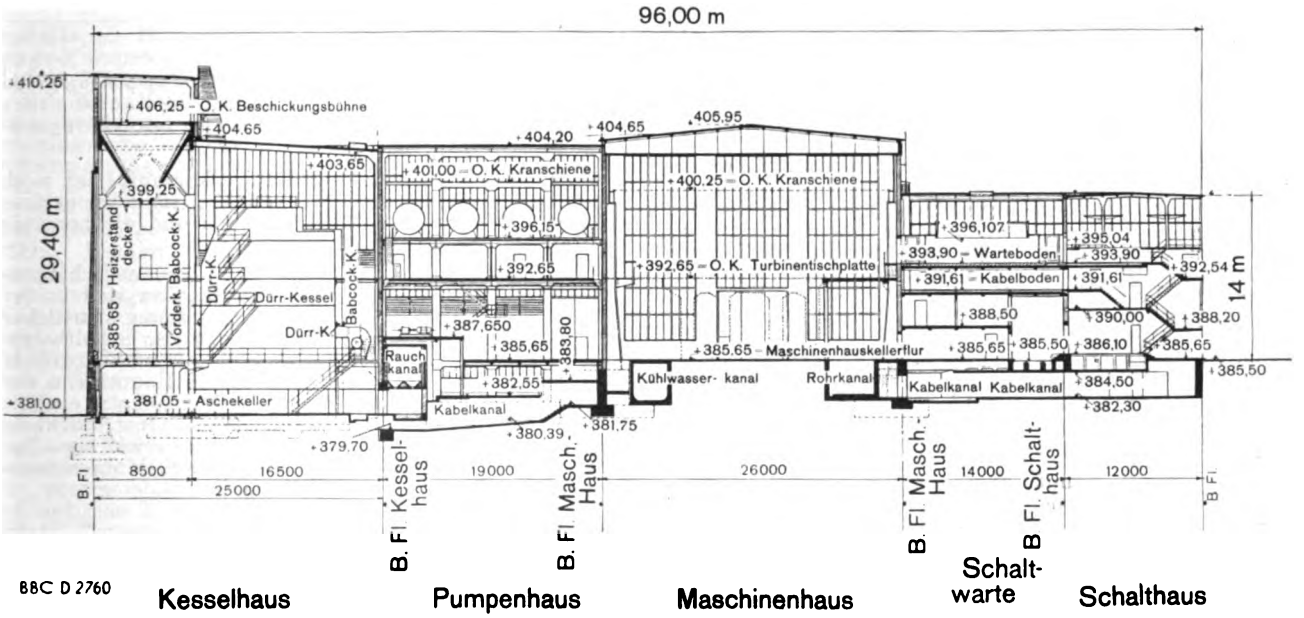


Abb. 1. Querschnitt durch die Kraftwerksgebäude.

Digitized by Google

grube mit einer täglichen Kohlenausbeute von 7500 t erteilt. Die Grube erhält zwei Schächte mit einer größten Teufe von 900 m.

Das Kraftwerk dient in erster Linie zur Deckung des Eigenbedarfs der Grube, doch sollte von vornherein auf eine spätere Stromlieferung in ein Überlandnetz Rücksicht genommen werden. Bei Beginn der Arbeiten waren auf dem für die Errichtung der Grubenanlagen vorgesehenen Gelände außer zwei Bohrtürmen für das Abteufen der Schächte und einer kleinen vorläufigen Sattdampfkesselanlage noch keinerlei Gebäude vorhanden. Der Bau der Zentrale selbst sollte in mehreren Abschnitten im Zusammenhang mit der Erstellung der gesamten Kesselanlage erfolgen und insbesondere die für das Herabtreiben der Schächte nach dem Gefrierverfahren erforderliche Energie (Strom für die Gefrierzentrale, Preßluft usw.) liefern. Bei der Planung war also auf diese verschiedenen Bedingungen Rücksicht zu nehmen.

Für die Auslegung der Zentrale selbst waren somit der Eigenbedarf der Grube an Preßluft, der Eigenbedarf an elektrischer Energie und die Fremdlieferung an elektrischer Energie maßgebend. Der größte Eigenbedarf an Preßluft bei voller Ausbeute wurde mit 100 000 cbm/h bestimmt. Die mittlere Belastung durch Eigenbedarf für die Tagschichten ergab sich bei voller Ausbeute zu 9300 kW und bei halber Ausbeute zu 5200 kW, während die Spitzenbelastung für die Tagschichten bei voller Ausbeute zu 15 500 kW, bei halber Ausbeute zu 8200 kW ermittelt wurde. Im Gegensatz zum Eigenbedarf stellt die Fremdlieferung eine reine Grundbelastung dar. Ihre Größe stand allerdings noch nicht fest, weshalb beim Entwurf auf eine spätere Unterbringung größerer Turbosätze bzw. auf eine Erweiterungsmöglichkeit der Bauten selbst Rücksicht zu nehmen war.

Der Baugrund besteht aus Letten sowie aus einer Felsschicht in 8 ··· 9 m Tiefe. Probebelastungen ergaben als größte zulässige Tragkraft 2 ··· 2½ kg/cm². Besondere Vorkehrungen gegen Bergsenkungen wurden auf Wunsch der Bauherrschaft nicht getroffen, da beabsichtigt ist, unter dem Gelände der Zentrale keinen Abbau vorzunehmen.

Die Aufstellung einer großen Anzahl verhältnismäßig kleiner Dampfverbrauchergruppen sowie elektrisch angetriebener Maschinen ergibt ein im Vergleich mit dem Kesselhaus großes Maschinenhaus. Mit Rücksicht hierauf sowie auf das verfügbare Gelände und eine spätere günstige Erweiterungsmöglichkeit wurde der Parallelaufstellung von Maschinen- und Kesselhaus gegenüber einer rechtwinkligen Aufstellung der Vorzug gegeben.

In Abb. 1 ist ein Querschnitt durch das Kraftwerk zu sehen. Bei günstigster Ausnützung des gegen die Schächte abfallenden Geländes wurde die Anordnung der Bühnen so getroffen, daß der Kondensationskeller des Maschinenhauses auf gleiche Höhe zu liegen kommt wie der Heizerstand im Kesselhaus. In 7 m Höhe darüber befindet sich die Maschinenbedienungsdecke, die sich in gleicher Höhe und ohne Stufen durch das Pumpenhaus bis ins Kesselhaus erstreckt und sich dort in eine Hauptüberwachungsbühne um die Kessel fortsetzt. Sie erhält einen in der Hauptachse der Zentrale gelegenen vorgebauten Beobachtungstand, der eine bequeme zentrale Beaufsichtigung des Kesselbedienungspersonals auf der Heizerstanddecke an sämtlichen Kesseln ermöglicht. Über dieser Überwachungsbühne befinden sich auch die direkten Wasserstände der Kessel, die somit vom Aufsichtspersonal bequem beobachtet werden können, während von dem hinter den Kesseln befindlichen Teil dieser Bühne aus die Hauptdampfschnellschlußschieber für die Dampfleitungen zu den Kesseln und die Speisewasserschieber bedient werden. Entsprechend zu dieser Bühne angeordnete Jalousie- und Lichtbänder sorgen für Freihalten von Dampfschwaden und reichliche Belichtung. Von dem Aufenthaltsraum der Überwachungsbeamten — der Wärmewarte — im Pumpenhaus aus können also mit Hilfe dieser Überwachungsbühne auf kürzestem Wege nicht nur die Speise- und Wasserreinigungsanlagen im Pumpenhaus, sondern auch das gesamte Maschinen- und Kesselhaus überblickt werden. Insbesondere in Störungsfällen läßt sich somit in kürzester Zeit ein Überblick gewinnen. Sowohl Kondensationskeller (Maschinenhaus) als auch Aschenkellersohle (Kesselhaus) liegen in Geländehöhe, so daß eigentliche Keller mit ihren ungünstigen Belichtungseigenschaften vermieden sind. Die entsprechende Überwachungs- und Bedienungsbühne für den elektrischen Teil der Zentrale ist um einige Stufen erhöht in Schaltwarte und Schalthaus angeordnet, wodurch sich eine natürliche Trennung für den Arbeitsbereich des Personals für den elektrischen und maschinellen Teil ergibt. Auch hier ist durch eine vorgezogene Bühne im Maschinenhaus die Möglichkeit für den Schaltwärter geschaffen, das gesamte Maschinenhaus mit seiner Installation an elektrischen Maschinen zu überblicken.

Mit Rücksicht auf die Spannung bereits bestehender Überlandnetze wurden die beiden vorgesehenen Freiluftstationen für 150/5,5 kV insgesamt 25 000 kVA und für 67,5/5,5 kV insgesamt 20 000 kVA ausgelegt. Die Zentralenhauptspannung beträgt 5,5 kV. Die Motoren unter 150 kW, die Kraftanschlüsse und die Beleuchtung werden mit 380/220 V Drehstrom beliefert.

Der Luftdruck in den Preßluftleitungen wurde mit Rücksicht auf den Verlust in den Rohrleitungen und den Betriebsdruck der Werkzeuge in den Schächten zu 6 atü festgelegt.

Der Dampf an den Turbogruppen hat 30 atü und eine Temperatur von 400 ··· 425 ° C. Außerdem ist im Pumpenhaus für die Versorgung der Verdampferanlage, Heizung und sonstige Zwecke noch ein Mitteldrucknetz von 5,5 bis 6 at abs vorhanden.

Im endgültigen Ausbau sind für das Kesselhaus 8 Kessel vorgesehen, 3 Kessel je 600 m², eingerichtet für die Verfeuerung von hochwertiger, fremdbezogener Kohle sowie für spätere Verbrennung von Mittelprodukt und Schlamm aus der eigenen Förderung. Der vorgesehene Platz für die übrigen Kessel erlaubt auch einen Ausbau mit Kesseln von 800 m² Heizfläche. Die Kessel sind ausgerüstet mit einer hydraulischen Entaschungsanlage, System Rothstein, die die großen anfallenden Asche- und Schlackenmengen in versenkten Kanälen der Aschenkellersohle zu einem Klärbecken fördert. Die Bekohlung erfolgt vorläufig (Fremdkohlenbezug) mit einem Becherwerk vom Anfahrgleis aus auf zwei Förderbändern. Die Förderbänder sind über Hochbunkern angeordnet. Zwei fernsteuerbare Abwurfwagen ermöglichen das Füllen der Bunker von der Heizerstandbühne aus. Von den Bunkern gelangt der Brennstoff mit schrägen Rutschen auf die Roste der Kessel.

Im endgültigen Ausbau sind für das Maschinenhaus die folgenden Maschinengruppen vorgesehen:

3 ··· 4 Umformeraggregate je 2000 kW für den Antrieb der Fördermaschinen,
2 Hochdruckmotorkompressoren 200 atü, 500 kW für die Preßluftlokomotiven unter Tage,
1 Motorkolbenkompressor für die Ausbauperiode 8000 m³/h,
2 54 000 m³/h-Turbokompressoren,
1 34 000 m³/h-Turbokompressor,
1 20 000 m³/h-Turbokompressor,
1 Rotationsmotorkompressor 2000 m³/h,
1 Turbogeneratorgruppe 10 000 kW,
2 Turbogeneratorgruppen 20 000 kW.

Das Pumpenhaus erhält 1 Kesselspeise-Pumpenanlage zu 5 Pumpen, 1 Zentral-Verdampferanlage für die Aufbereitung des Zusatzwassers, 1 chemische Vorreinigung sowie die Speisewassersammelbehälter.

Für die Lieferung des Mitteldruckdampfes ist noch eine Gegendruckheizturbine vorgesehen. Im Pumpenhaus befinden sich ferner die Meisterräume und die zentrale Wärmeüberwachungswarte.

Das Schalthaus enthält eine Doppelsammelschienen-Anlage mit Hilfsammelschiene. Die Schalter sind in der bekannten Bauweise mit versenkter Anordnung sämtlicher ölenthaltender Behälter angeordnet. In der Schaltwarte ist außer der eigenen Bedarfstation mit Akkumulatorraum und verschiedenen Meisterräumen in der Hauptsache der eigentliche Befehlsraum untergebracht. Dieser enthält die in zwei Halbkreisen angeordneten Instrumentenschränke für die verschiedenen Abzweige sowie eine Paneelpultanlage zur Betätigung der elektrischen Maschinengruppen.

Digitized by Google

Meßgeräte und Überwachungsanlagen.

Die Firma Hartmann & Braun A. G., Frankfurt a. M., befaßt sich bereits seit über 50 Jahren mit der Herstellung elektrischer Meßgeräte aller Art für wissenschaftliche Laboratorien, für die Industrie und für eine Reihe Sonderzwecke. Sehr viele wissenschaftliche Institute und industrielle Anlagen der Welt sind mit ihren Instrumenten ausgerüstet. Es seien an dieser Stelle lediglich Galvanometer, Meßbrücken, Präzisionswiderstände, Normalien, die Meßgeräte für Hochfrequenz, die elektrostatischen Hochspannungs-Voltmeter und Meßeinrichtungen, wie z. B. die Hochspannungsmeßbrücke nach Schering, die Zählereicheinrichtung nach dem Gleichlastverfahren und die Kompensations-Meßtische erwähnt. Bekannte Sondermeßgeräte sind die Torsionswaagen zum Wiegen sehr kleiner Gewichte und der neue PH-Wert-Messer „Pehavi". Einen weiteren großen Fabrikationszweig bildet die Herstellung einer Reihe wärmetechnischer Meßgeräte, wie thermo-elektrische und optische Pyrometer, elektrische Widerstandsthermometer, Temperaturregler sowie Ringwaage-, Dampf-, Preßluft-, Wasser- und Gasmengen- und Druckmesser in den verschiedensten Ausführungen.

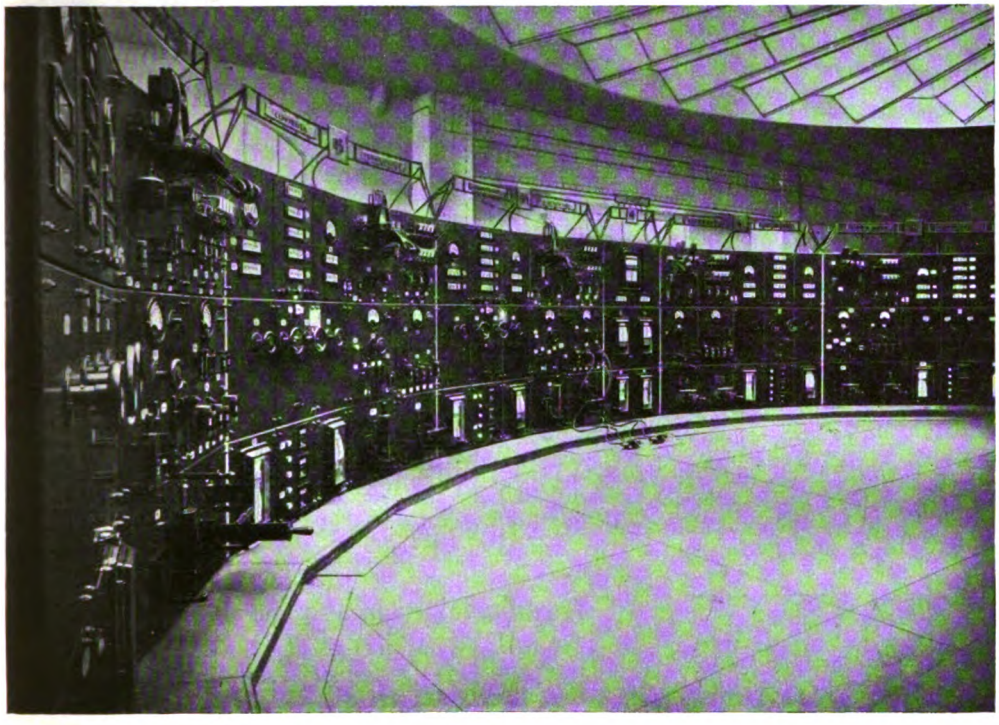


Abb. 1. Fernmeß- und Fernsteuer-Zentrale mit H&B-Meßgeräten für 8 Dampfkessel im Großkraftwerk Issy-les-Moulineaux der CPDE in Paris.

Auf dem wärmetechnischen Gebiet beschränkt sich die Fabrikation aber nicht nur auf die Geräte selbst, sondern es werden vollständige wärmewirtschaftliche Überwachungsanlagen erstellt. Die Aufgaben dieser Überwachungsanlagen bestehen in der Feststellung und laufenden Überwachung aller Zustandsgrößen ruhender oder strömender flüssiger oder gasförmiger Energieträger. Diese Überwachung geschieht durch Messung des Volumens, der Temperatur, des Druckes, der chemischen Zusammensetzung, des Feuchtigkeitsgehaltes, der elektrischen Leitfähigkeit usw. und hat zum Endzweck die Erzielung größter Wirtschaftlichkeit und höchster Güte des Endproduktes. Mit der fortschreitenden Ausdehnung der zu überwachenden Anlagen und der Einführung immer umständlicherer Herstellungsverfahren wuchsen nicht nur die Überwachungseinrichtungen, sondern es wurde gleichzeitig eine Zentralisation erforderlich, und so entstanden die bekannten Meßzentralen.

Neuzeitliche wärmetechnische Zentralen dieser Art setzen bei den oft räumlich weitverzweigten Betrieben die vielseitige Verwendung elektrischer Fernmeßverfahren voraus. So wird überall dort, wo es sich nicht um rein elektrische Meßverfahren, wie z. B. um Temperaturmessungen mit elektrischen Widerstandsthermometern oder thermo-elektrischen Pyrometern, um elektrische Feuchtigkeitsmessung, Rauchgasprüfung usw., sondern um örtlich gebundene mechanische oder chemische Meßverfahren handelt, eine elektrische Fernübertragung der Meßwerte nach der Zentrale mittels mechanisch-elektrisch arbeitender Fernsender vorgenommen. Diese, von der Firma Hartmann & Braun A. G. zu einem hohen Grad der Vervollkommnung entwickelten „Elektro-Fern-

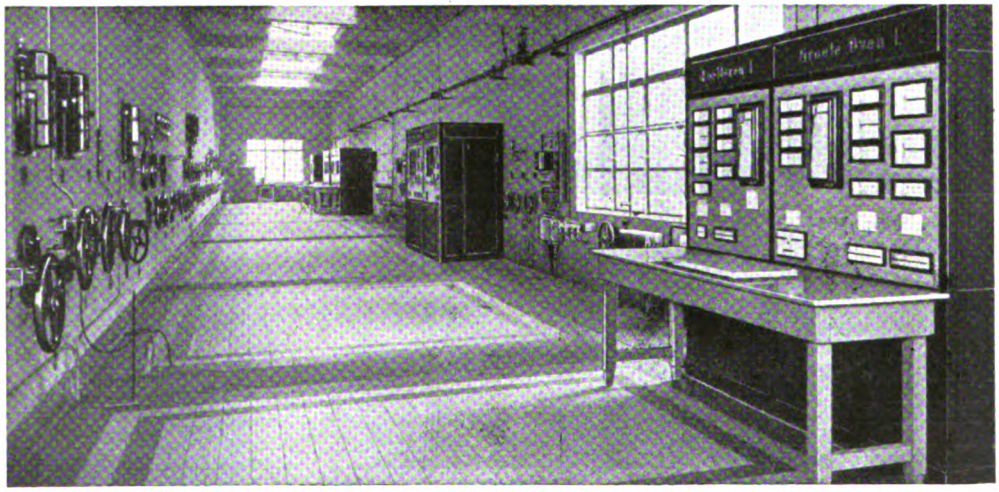


Abb. 2. Wärmewirtschaftliche Überwachungstände in dem Synthesehaus der Stickstoffabrik „Mekog" in Ymuiden (Holland).

Digitized by Google

sender" finden weitestgehende Verwendung zur Fernübertragung von Zeigerstellungen nichtelektrischer Meßgeräte (z. B. Manometer), zur Fernübertragung der Stellung von Ventilen, Klappen, Wellen usw. Die neuzeitliche wärmetechnische Meßzentrale setzt sich daher zum überwiegenden Teil aus rein elektrischen Meßgeräten zusammen, die in übersichtlicher Anordnung und mit geringstem Raumbedarf die beste Überwachung des jeweiligen Betriebszustandes gewährleisten.

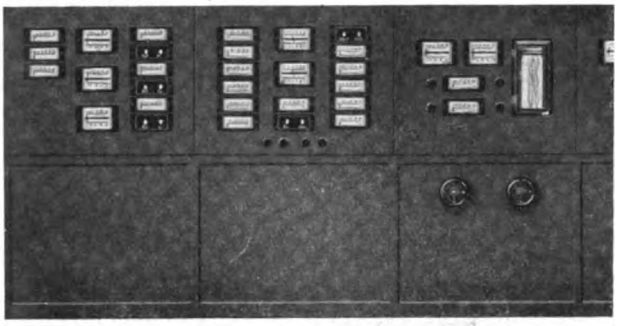


Abb. 3. Überwachungstand einer Hochofenanlage.

Mit fortschreitender Entwicklung wurde die Meßzentrale aber sehr bald auch zur Fernsteuerzentrale erweitert. Solche kombinierten Fernmeß- und Fernsteuerzentralen wurden zuerst für Großdampfbetriebe ein unbedingtes Erfordernis (Abb. 1), und in derartigen Betrieben finden sich auch oft Groß-Ablesegeräte, die im Kessel- oder Maschinenhaus die wichtigsten Betriebsdaten auf große Entfernung für jedermann sichtbar anzeigen.

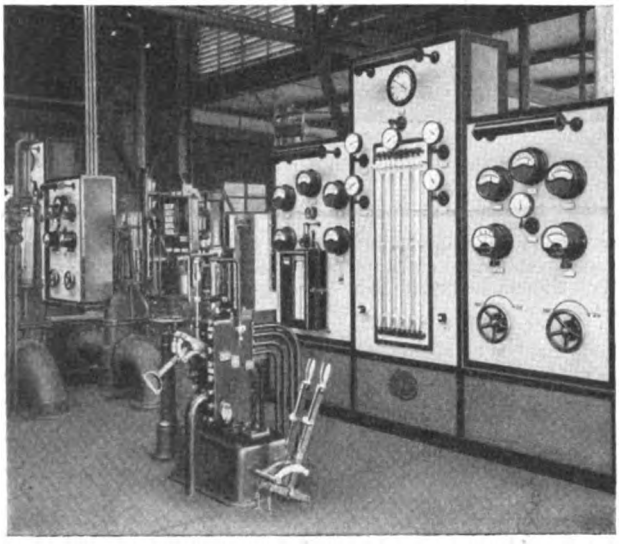


Abb. 4. Überwachungstände von Wassergas-Generatoren im neuen Gaswerk der Stadt Basel.

Elektrische Meß- und Steuerzentralen führten sich sehr bald auch in der Eisenhüttenindustrie ein, z. B. zur Überwachung von Hochöfen (Abb. 3). Mit der gewaltigen Ausdehnung der chemischen Industrie auf die synthetische Herstellung von Düngemitteln, insbesondere Stickstoffverbindungen, erlangten die elektrischen Meßzentralen auch hier weiteste Verbreitung und werden von der Hartmann & Braun AG. in vollendeter Form erstellt (Abb. 2). Auch größere Papier- und Zellstoffabriken werden in steigendem Maße mit derartigen Zentralen ausgerüstet. Der steigende Verbrauch von Leuchtgas und der Bau von Ferngasanlagen sowie die Vervollkommnung der Gaserzeugungs- und Reinigungsanlagen erfordert gleichfalls übersichtliche Überwachung und Fernsteuerung (Abb. 4).

Hand in Hand mit der elektrischen Fernsteuerung geht auch die selbsttätige Regelung z. B. der Temperaturen elektrischer oder gasbeheizter Glüh- und Härteöfen sowie Öfen der keramischen Industrie. Hierzu dienen die bekannten unbedingt zuverlässig arbeitenden H&B-Fallbügel-Regler. Auch zur Überwachung der Heizung und Lüftung, der Warmwasserversorgung usw. großer öffentlicher und privater Gebäude werden heute umfangreiche Fernmeß- und Fernsteuerzentralen gebaut. Außer diesen stationären Anlagen liefert die Hartmann & Braun AG. auch vollständige Meßeinrichtungen für die Meßwagen

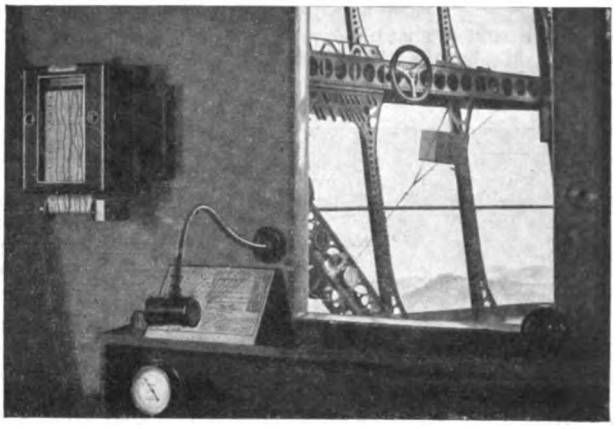


Abb. 5. H & B-Sechsfarbenschreiber im Luftschiff „L. Z. 127".

der Eisenbahn und für Triebwagen aller Art. Hand in Hand mit der Vervollkommnung der Flugzeuge schreitet fernerhin die Entwicklung einer Reihe Spezialmeßgeräte. Die Firma Hartmann & Braun AG. liefert auch Einzelgeräte für Luftschiffe. Abb. 5 zeigt einen großen Sechs-Farben-Schreiber zur selbsttätigen Aufzeichnung der Gaszellentemperatur im Luftschiff „LZ 127".

Fernmeldekabelanlage in Jugoslawien.

Eine umfangreiche Lieferung und Verlegung von Fernsprechkabeln erfolgte in den Jahren 1926 ··· 1928 durch die AG. Kabelwerk Duisburg, Duisburg a. Rh., nach Jugoslawien im Rahmen der Reparationsleistungen. Die Hauptarbeiten wurden in den größeren Städten wie Belgrad, Zagreb, Ljubljana, Novi Sad, Maribor ausgeführt, darunter auch eine Flußkabelverlegung durch die Donau in der Nähe der rumänischen Grenze (Cemendria). Abb. 1 zeigt die Kabeleinführungen im Endverschlußraum des Hauptpostamtes Zagreb.

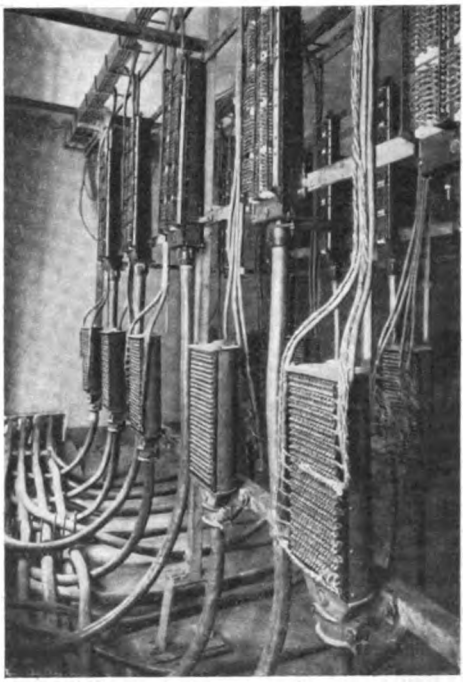


Abb. 1. Kabeleinführungen im Endverschlußraum des Hauptpostamtes Zagreb.

Digitized by Google

Das Elbwasserwerk der Stadt Außig a. E.

Für die Trinkwasserversorgung der Industriestadt Außig wurde im Jahre 1929 ein neues Wasserwerk von der Firma Weise Söhne, Halle, und dem Sachsenwerk, Licht- und Kraft AG., Niedersedlitz, erbaut. Das neue Werk liegt etwa 6 km flußaufwärts am linken Elbufer. Die Gesamtanlage (Abb. 1) zergliedert sich in zwei Brunnensysteme mit zusammen 7 Brunnen, dem eigentlichen Wasserwerksgelände, enthaltend die Maschinen- und Wasserreinigungsanlagen und den Hochbehälter. Das Brunnensystem I umfaßt vier Brunnen, die in einer Entfernung von etwa 30 m vom Normalwasser-Elbufer geteuft wurden. Die Brunnen liefern ein sehr schwach verunreinigtes bis vollständig einwandfreies Grundwasser, dessen Menge bei Dauerbetrieb und in sehr trockenen Zeiten mindestens 20 l/s beträgt. Von den vier Brunnen sind drei reine Fassungsbrunnen, während der vierte als Fassungs- und Pumpbrunnen ausgeführt ist.

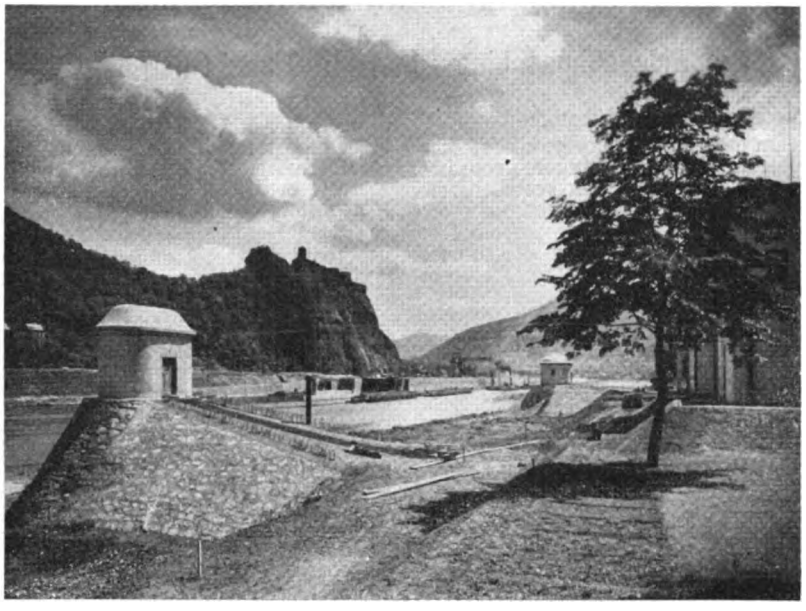


Abb. 1. Gesamtansicht.

Das Brunnensystem II besteht aus 3 Brunnen, die ungefähr 10 m vom Elbufer entfernt angelegt wurden. Die Brunnen des Systems II ergeben auch bei niederen Elbwasserständen ein Mischwasser, bestehend aus Grundwasser und vorfiltriertem Elbwasser. Die Ergiebigkeit des Systems II ist noch wesentlich höher als die des Brunnensystems I und beträgt wenigstens 60 l/s. Von den 3 Brunnen sind 2 als reine Fassungsbrunnen und der dritte als reiner Pumpbrunnen ausgeführt.

Da die Brunnen bei einem größeren Hochwasser etwa 5 ··· 6 m überschwemmt werden, ergab sich die Notwendigkeit, die Motoren und die dazugehörigen Häuschen hochwasserfrei anzulegen. Mit Rücksicht auf die damit verbundenen hohen Kosten und um die Bedienung möglichst zu vereinfachen, mußte daher versucht werden, mit möglichst wenig Pumpanlagen auszukommen. Tatsächlich wurde für das Brunnensystem I und II nur je eine Pumpenanlage vorgesehen. Das Wasserwerksgebäude selbst liegt in unmittelbarer Nähe der Brunnen am Elbufer und enthält die Maschinen- und Wasserreinigungsanlage.

In den beiden Pumpbrunnen sind wegen der stark schwankenden Brunnenwasserspiegel vertikale Tiefbrunnenpumpen angeordnet. Die Pumpen, von denen jede für 1800 l/min bei einer Gesamtförderhöhe von 18 m ausgelegt ist, werden durch vertikale Drehstrommotoren von je 15 PS Leistung angetrieben. Ein dritter gleicher Satz wird zur Reserve bereitgehalten. Weiter sind in den Pumpenhäuschen noch die zu den Motoren gehörigen Selbstanlasser aufgestellt, die eine Ein- und Ausschaltung von Hand im Brunnen selbst und von der im Hauptgebäude aufgestellten Hauptschalttafel aus ermöglichen. Damit die Pumpen bei Unterschreitung des tiefsten Wasserstandes keine Luft ansaugen, sind Schwimmerschalteinrichtungen vorgesehen, die eine selbsttätige Abschaltung herbeiführen, sobald der Brunnenwasserstand sein Mindestmaß erreicht hat. Die Einrichtung ist ferner so getroffen, daß bei steigendem Wasserspiegel die Motoren wieder selbsttätig angelassen werden. Nachdem das Rohwasser entsprechend große Wasserkammern, in denen der erste Zusatz an Chlor bzw. im Bedarfsfalle die erste Beimengung von Fällmitteln erfolgt, durchlaufen hat, wird es von den beiden Filterpumpen (Abb. 2), von denen jede wiederum 1800 l/min leistet, durch die Filterkessel gedrückt.

Der Antrieb dieser Pumpen erfolgt durch gekuppelte horizontale tropfwassersichere Drehstrommotoren für je 15 PS Leistung (Abb. 3). Das Anlassen geschieht von Hand mittels in der Nähe der Motoren aufgestellten Schaltwalzen-Anlassers. Eine elektrische Verriegelung zwischen den Anlassern und Ständerschaltern sorgt dafür, daß die nötigen Handgriffe für das Ein- und Ausschalten nur in der richtigen Reihenfolge vorgenommen werden können.

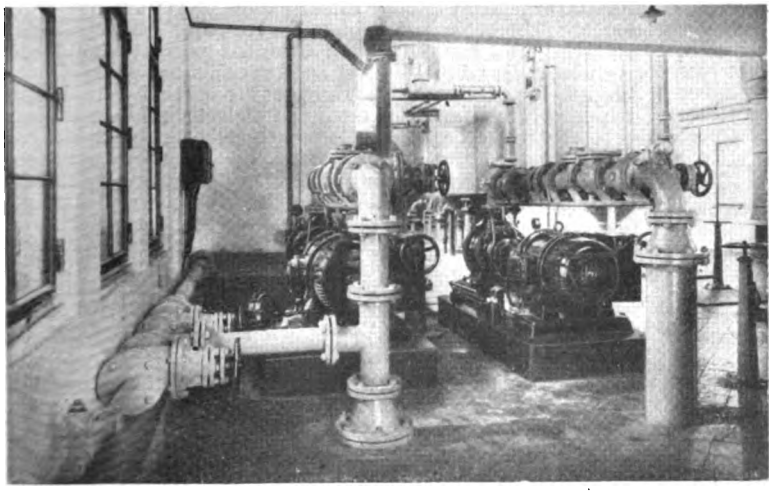


Abb. 2. Pumpenraum.

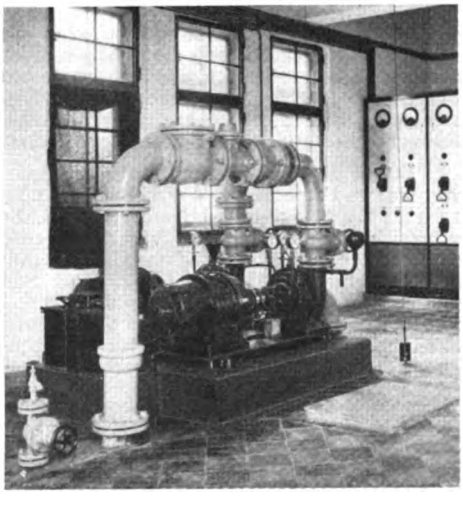


Abb. 3. Filterpumpe.

Digitized by Google

Von den Filterkesseln gelangt das Wasser in das Reinwasserbecken, woraus es schließlich die beiden Hauptpumpen entnehmen und durch eine etwa 2 km lange Leitung in die Hochbehälter drücken. Jede Hauptpumpe fördert 1800 l/min gegen eine Gesamthöhe von 80 m. Angetrieben werden diese Pumpen durch horizontale, tropfwassersichere Drehstrommotoren von je 52 PS Leistung. Die Schaltwalzenanlasser sind bei diesen Motoren direkt angebaut, und die Betätigung der Kurzschluß- und Bürstenabhebevorrichtung erfolgt zwangsläufig nach Beendigung des Anlaßvorganges. Außerdem ist zur Vermeidung von Bedienungsfehlern auch bei diesen Maschinen eine elektrische Verriegelung zwischen Anlasser und Ständerschalter vorgesehen. Die Hauptschaltanlage, die im Raum der Wasserreinigungsanlage in der Nähe der Filterpumpen aufgestellt wurde, enthält für jeden der größeren Motoren zur Belastungskontrolle einen Stromzeiger und als Motorschutz Überstrom-Unterspannungs-Selbstausschalter. Die ersten drei Felder sind für die Motoren bestimmt, während auf dem vierten Feld die Instrumente und Apparate für die Unterspannungseite des Transformators Platz finden. Sämtliche Instrumente und Apparate sind in die Tafel eingebaut, wodurch die Schaltanlage ein gefälliges Aussehen erhält.

Eine Schweißmaschine für 10 000 mm² Querschnitt.

Wohl alle Eisenbahngesellschaften der Welt befassen sich heute mit dem Problem des Zusammenschweißens von Schienen normaler Länge zu Schienensträngen größerer Länge und verfolgen dabei den Zweck, den schwächsten Punkt des Schienenweges, den Schienenstoß, ganz oder wenigstens teilweise auszuschalten. Noch bis vor einigen Jahren wurden alle Schienenstoßschweißungen ausschließlich von Hand ausgeführt und zeigten mehr oder weniger alle Nachteile der Handschweißung. Qualitativ am höchsten und auch preislich am günstigsten lagen die nach dem besten aller Verfahren, dem Abschmelz-Stumpfschweißverfahren hergestellten Schienenverbindungen. Auf den Strecken verschiedener europäischer Eisenbahnen haben sich nach diesem Verfahren geschweißte Schienen unter schwersten Betriebsbedingungen bewährt.

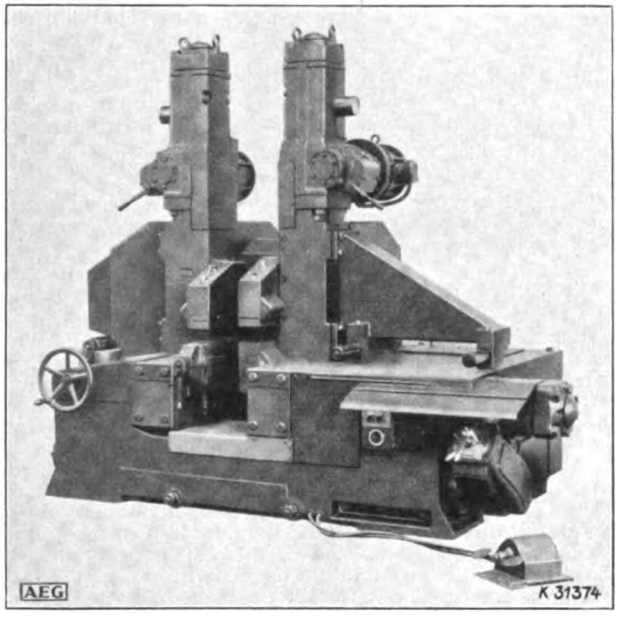


Abb. 1. Schweißmaschine für 10 000 mm² Querschnitt.

Durch die vor einigen Jahren erfolgte Einführung der von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft entwickelten vollselbsttätigen Abschmelz-Stumpfschweißmaschine[1]) ist das Verfahren zu einer wohl kaum noch zu überbietenden Vollkommenheit gelangt und ermöglicht es, die Wirtschaftlichkeit einer Schweißverbindung unübertreffbar günstig zu gestalten. So kostet z. B. ein selbsttätig stumpfgeschweißter Schienenstoß etwa ⅓ einer nach dem Thermitverfahren geschweißten Verbindung. In Anerkennung des Wertes der Schienenschweißung sowie im besonderen des AEG-Stumpfschweißautomaten hat sich die Verwaltung der Belgischen Staatsbahnen entschlossen, eine derartige Maschine in Deutschland zu beschaffen.

Die in Abb. 1 gezeigte Schweißmaschine gestattet die Schweißung von kompakten Querschnitten bis maximal 10 000 mm² und von so formschwierigen Querschnitten, wie sie die üblichen Vignolschienen darstellen, bis maximal 8000 mm². Sie vereinigt die Konstruktionen und betriebstechnischen Vorteile der senkrechten Bauart mit dem Vorzug der liegenden Maschinen. Die die ganze Maschinenlänge ausnutzenden, reichlich bemessenen Führungen des beweglichen Spannschlittens ermöglichen es, daß die Maschine selbst bei Anwendung von Stauchdrücken bis zu 20 t mit der Genauigkeit einer Werkzeugmaschine arbeitet. Ein Versetzen der Werkstücke an der Schweißstelle wird vollkommen vermieden. Die in 2 Säulen angeordneten, motorisch betätigten Einspannvorrichtungen erfassen die Werkstücke mit einem Spanndruck bis zu 28 t. Spann- und Stauchdruck können mit wenigen Handgriffen auf den für einen bestimmten Querschnitt erforderlichen Wert eingestellt werden. Die Einstellung des für einen gegebenen Querschnitt erforderlichen Abschmelzweges erfolgt an einer übersichtlichen Skala durch einfaches Verstellen eines Zeigers. Mit einmal fest eingestellten Werten können beliebig viele Schweißungen unter gleichen Arbeitsbedingungen mit der äußerst erreichbaren Güte durchgeführt werden.

Die Schweißung selbst wird, nachdem die Werkstücke eingespannt sind, durch Betätigung eines Fußschalters eingeleitet und vollzieht sich dann vollkommen selbständig. Die Maschine fühlt nach Einschalten des Schweißstromes vor, bis sich die beiden Werkstücke berühren und an der Stoßstelle durch Stromübergang erhitzt werden. Besondere Einrichtungen sorgen dafür, daß die Berührung ganz leicht und ohne Druck erfolgt, damit größte Wärmeentwicklung und eine Konzentrierung der Hitze auf die Trennstelle erzielt wird. Darauf wird der Schlitten zurückgezogen und ein Teil des hocherhitzten Materials spritzt an der Berührungstelle als Funken heraus. Ist der Kontakt zwischen den beiden Werkstücken gelöst, wird der Schlitten wieder auf Vorwärtslauf umgeschaltet und es folgt eine zweite Berührung der Enden. Bei den nun in ununterbrochener Folge anhaltenden Berührungen werden alle Unebenheiten beider Berührungsflächen herausgebrannt und beide Flächen einander weitestgehend angeglichen. Das Spiel dauert so lange, bis der ganze Querschnitt eine gleichmäßige Temperatur erreicht hat. Plötzlich hört die Maschine auf, den Schlitten hin und her zu bewegen und beginnt vollkommen selbsttätig das eigentliche Abschmelzen, welches sich bei ununterbrochenem Vorschub des Schlittens unter Aufrechterhaltung des Abschmelzfunkenregens vollzieht. Gerade dieser Übergang vom „Vorwärmen“ zum „Abschmelzen“ ist das Wertvolle an der AEG-Automatik, und es muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß er in Abhängigkeit von der Temperatur an der Stoßstelle und nicht etwa durch eine für den Vorwärmprozeß festgelegte Zeit eingeleitet wird.

Das Abschmelzen geht unmittelbar in den Stauchvorgang über. Ist der vorher eingestellte, dem Querschnitt angepaßte Enddruck erreicht, so wird die ganze Maschine stillgesetzt; die Schweißung ist beendet.

[1]) Vgl. ETZ 1935, S. 17.

Digitized by Google

Der größte mit 3000 U/min laufende Turbosatz der Welt.

Die Notwendigkeit, Herstellungskosten und Raumbedarf von Großkraftmaschinen stets zu verringern, führte zu einer schnellen Entwicklung des zweipoligen Drehstrom-Turbogenerators mit 3000 U/min. Kurz nach dem Kriege war die Grenzleistung bei dieser Drehzahl etwa 20 000 kVA, sie wurde in wenigen Jahren auf 40 000 kVA verdoppelt und 1930 auf 80 000 kVA gesteigert.

Der Entschluß, einen solchen Maschinensatz in Auftrag zu geben, ergab sich aus der zwingenden Tatsache, daß im Großkraftwerk Schelle der Interescaut in Belgien auf einem Platze, der für einen Turbosatz von 40 000 kVA vorgesehen war, die doppelte Leistung untergebracht werden mußte. Die Bestellung erging an die Siemens-Schuckertwerke. Mit einer Leistung von 80 000 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}75$ und 10 500 V ist dieser Turbosatz (Abb. 1) die größte Einwellenmaschine bei 3000 U/min der Welt. Die Anlage wurde kürzlich in Betrieb genommen, nachdem

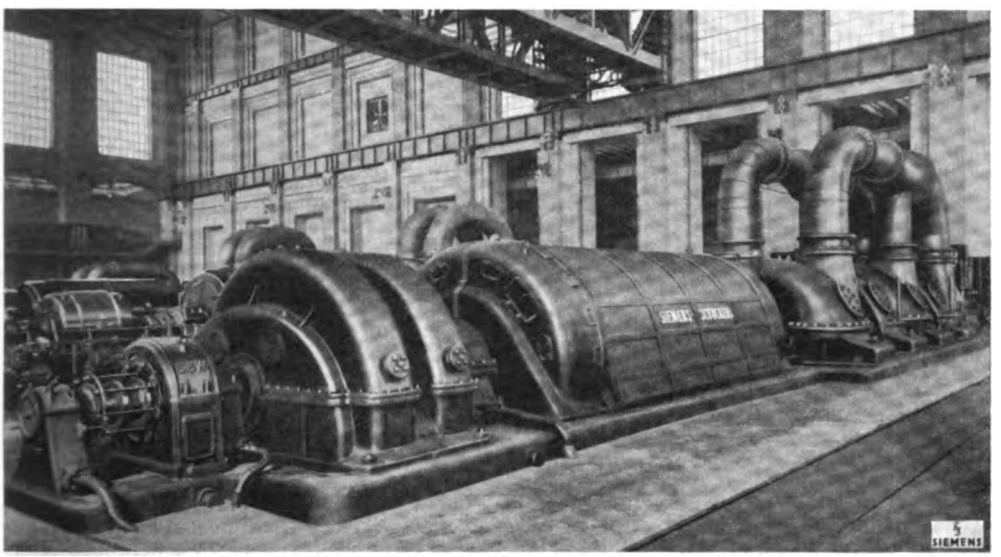


Abb. 1. Kondensations-Turbosatz von 80 000 kVA, 60 000 kW bei 3000 U/min.

sie infolge des während der Bauzeit eingetretenen Rückgangs im Stromabsatz bisher zum Stillstand verurteilt war.

Der Bau des Turbosatzes, besonders des Generatorläufers als dessen schwierigsten Teil verlangte für die bei der hohen Drehzahl auftretenden Beanspruchungen nicht nur neue Bauformen, sondern zum Teil auch neue Baustoffe, die in enger Zusammenarbeit von Maschinenbau- und Hüttenfachleuten gefunden wurden. Der Generatorläufer wurde als Hohltrommel von etwa 5000 mm Länge und 1000 mm Durchmesser mit angeflanschten Wellenstummeln ausgeführt. Diese Bauart ergibt bei 3000 U/min eine Beanspruchung, die noch eine 2,6fache Sicherheit gegen Streckgrenze hat[1]). Die kritische Drehzahl des Generators ergab dabei mit 1200 U/min einen noch etwas höheren Wert als die bei Baubeginn bekannten kritischen Drehzahlen der schon im Betrieb erprobten Maschinen für etwa 40 000 kVA. Die Läuferwicklung besteht aus Kupfer. Die Belüftung erfolgt durch ein besonderes Gebläse, das zwischen Generator und Erregermaschine gekuppelt ist.

Für die den Generator antreibende Dampfturbine lag die Hauptaufgabe in der Bewältigung der großen Dampfmengen im Gebiet hohen Vakuums, sowie der Wärmeausdehnung bei der großen Gesamtlänge der Maschine von 16,9 m für die Turbine allein und 29,4 m für den ganzen Turbosatz. Die Turbine hat eine Dauerleistung von 60 000 kW und entwickelt den besten Wirkungsgrad bei 50 000 kW. Um einen möglichst hohen Gesamtwirkungsgrad der Anlage zu erreichen, wird das Turbinenkondensat in einer dreistufigen Vorwärmeranlage durch den der Turbine an 3 Stellen ungesteuert entnommenen Anzapfdampf auf 165 ° C vorgewärmt. Die Hochdruck-Vorwärmeranlage wurde von der Firma C. Aug. Schmidt Söhne, Hamburg 21, geliefert.

Der durch 4 Schnellschluß-Absperrventile in die Turbine eintretende Frischdampf hat einen Druck von 35 atü und eine Temperatur von 425 ··· 450 ° C dauernd, 470 ° C vorübergehend. Hierfür ergab sich ein Dampfeintrittsquerschnitt von 0,2 m². Der Austrittsquerschnitt des Abdampfes bei 0,04 ata beträgt dagegen 18 m². Die Aufteilung dieser Fläche in 4 Einzelquerschnitte führte zwangsläufig zu der dreigehäusigen Turbine.

Der einflutige Hochdruckläufer ist aus einem vollen Stück geschmiedet, jeder der beiden zweiflutigen Niederdruckläufer besteht aus 5 axial verschraubten Einzelstücken, und zwar einer unbeschaufelten Hohltrommel in der Mitte und 4 vollen Scheiben, von denen die außenliegenden mit den Wellenstummeln aus einem Stück geschmiedet sind. Die umlaufenden Teile sind somit von einer äußerst einfachen und robusten Bauart, die bei der Herstellung gutes Durchschmieden zuließ. Die Durchbiegung der Läufer ist so gering, daß die kritische Drehzahl über der Betriebsdrehzahl liegt.

Der Dampf strömt durch 4 Regelungsventile, die bei steigender Belastung nacheinander öffnen, in die durch 4 Düsenkammern beaufschlagte Gleichdruckbeschaufelung der ersten Stufe und wird bei weiterem Durchfließen des Hochdruckgehäuses in 23 Überdruckstufen auf etwa 0,65 ata entspannt. Die Niederdruckgehäuse verarbeiten das Restgefälle bis auf Vakuum in 4 weiteren Überdruckstufen bei vierfach unterteiltem Dampfstrom.

Den Wärmeausdehnungen des Turbosatzes ist so Rechnung getragen, daß jedes Gehäuse für sich wärmebeweglich gelagert wurde. Auf der Niederdruckseite festgelegt, können sich die Gehäuse nach der Hochdruckseite gleitend ausdehnen. Alle Einzelläufer sind mit axial-beweglichen Klauenkupplungen verbunden und auf der Hochdruckseite durch ein Segmentdrucklager in axialer Richtung gegen das Gehäuse festgelegt. Ihre Ausdehnung erfolgt also entgegen der Dehnungsrichtung der Gehäuse, so daß die Verschiebungen sich aufheben und die Veränderungen des axialen Schaufelspiels so gering wie möglich gehalten werden.

Äußeren Schubwirkungen auf die Gehäuse infolge Wärmedehnungen der angeschlossenen Rohrleitungen ist durch Verwendung elastischer Rohre, dazu kleiner Rohrdurchmesser infolge weitgehender Unterteilung der Querschnitte und große Rohrbögen begegnet. Wirksam gegen äußeren Schub ist auch der besonders stark gehaltene tiefeingegossene, durchlaufende Grundrahmen.

Der durch die Überdruckwirkung des Dampfes entstehende Längshub wird im einflutigen Hochdruckteil durch einen Labyrinthkolben, in den Niederdruckteilen durch den Doppelfluß ausgeglichen.

Entsprechend der Größe der Maschine wurden umfangreiche Vorkehrungen zur Sicherung gegen Betriebsschäden getroffen, von denen folgende bemerkenswert sind:

1. Die Turbine erhält zwei voneinander unabhängige Fliehkraft-Schnellschlußvorrichtungen.
2. Beim Auslösen des Schnellschlusses werden alle Hauptabsperrventile, Regelventile und Entnahmeventile geschlossen.
3. Ohne genügenden Öldruck kann der Turbosatz nicht angefahren werden.

[1]) Vgl. L. Kropf, Siemens-Z. Bd. 13, S. 85 (1933).

Digitized by Google

4. Bei fallendem Öldruck werden zwei Hilfsölpumpen selbsttätig eingeschaltet.
5. Bei weiter fallendem Öldruck werden alle Ventile geschlossen.
6. Bei sinkendem Vakuum stellt eine doppelte Sicherheitsvorrichtung die Dampfzufuhr zur Turbine ab.
7. Die Entnahmeleitungen haben ölgesteuerte Rückschlag-Absperrventile, die ein Rückströmen von Dampf oder Wasser in die Turbine verhindern.

Die zum Niederschlagen des Abdampfes an die Turbine mit Wasserstopfbuchsen angeschlossene Kondensationsanlage besteht aus zwei quergestellten Oberflächenkondensatoren mit insgesamt 6300 m² Kühlfläche, die von einem an der Schelde liegenden Zentralpumpwerk mit 15 500 m³/h Kühlwasser beschickt wird.

Da in der dreistufigen Vorwärmeranlage möglichst viel Abdampf unterzubringen ist, der vorher in der Turbine Arbeit geleistet hat, so sind für die Absaugung der Luft aus den Kondensatoren im Normalbetrieb 2 Wasserstrahl-Luftpumpen mit Elektromotoren vorgesehen. Zwei Dampfstrahl-Luftpumpen dienen zur Reserve. Die Kondensatabsaugung erfolgt durch zwei fünfstufige Kondensatpumpen für je 140 m³/h Fördermenge bei 160 m manometrischer Förderhöhe. Um einen Eintritt von Luft in das Kondensat zu verhindern, sind die Überdruckstufen der Pumpen an die Stopfbuchsen verlegt, alle Kondensatleitungen im Unterdruckgebiet sind soweit wie möglich verschweißt.

Bemerkenswert ist, daß bei Hochwasser der Maschinenhauskeller bis etwa zur halben Höhe unter Wasser stehen kann. Der Turbosatz muß hierbei den normalen Betrieb aufrechterhalten. Alle Pumpen sind deshalb mit senkrechter Welle so ausgeführt, daß die Antriebsmotoren über dem Hochwasserspiegel liegen. Bei der Unterbringung der Vorwärmeranlage, der Wasserstrahl- und Dampfstrahl-Luftpumpen, der Rohrleitungen und Armaturen sowie des Ringlaufkühlers für den Generator war deshalb bei dem ohnehin beschränkten Raum manch schwierige Frage zu lösen.

Die mit dem Großturbosatz „Schelle" bisher gemachten Erfahrungen zeigen, daß mit der Leistung von 80 000 kVA die Baugrenze noch nicht erreicht ist. Von neuem hat die deutsche Industrie die Entwicklung im Großkraftmaschinenbau um einen bedeutenden Schritt vorwärts gebracht, wobei das Ausland wieder einmal zeigte, daß es bei der Bewältigung großer erstmaliger Aufgaben sein Vertrauen in deutsche Arbeit setzt.

Kabel für zentrale Rundfunkanlagen.

Die Übermittlung der Rundfunkprogramme an die Teilnehmer leidet häufig unter Schwierigkeiten mannigfaltiger Art. Sie treten insbesondere dann auf, wenn am Empfangsort Störungen durch elektrische Anlagen oder dgl. herrschen, die den Empfang behindern. Insbesondere wird der Fernempfang praktisch zur Unmöglichkeit, wenn nicht nur kostspielige Empfänger benutzt werden. Da durch diese Umstände weite Kreise dem Rundfunk ferngehalten werden, hat man in einigen Ländern sogenannte Zentralrundfunkanlagen eingerichtet, die derartig aufgebaut sind, daß an einer empfangstechnisch günstig gelegenen Zentralstelle hochwertige Empfänger aufgestellt sind, die mit allen neuzeitlichen Hilfsmitteln zur Fernhaltung von Störungen, zum Fadingausgleich usw. ausgerüstet sind. An die einzelnen Teilnehmeranschlüsse, die lediglich mit einem Lautsprecher versehen sind, wird dann über Kabelleitungen die niederfrequente Rundfunkenergie abgegeben. Während in den ersten Anlagen nur ein Empfänger in der Zentrale aufgestellt wurde, der jeweils nur ein Programm an die angeschlossenen Teilnehmer durchgab, ist man später dazu übergegangen, eine größere Anzahl von Programmen den Hörern ständig zur Verfügung zu halten, unter denen ein jeder freie Wahl hat. Derartige Anlagen sind insbesondere in Holland gebaut worden, unter Verwendung von Sonderkabeln, die von der Deutschen Telephonwerke u. Kabelindustrie AG., Berlin, entwickelt wurden.

Die Mindestzahl der angeschlossenen Teilnehmer bei den errichteten Anlagen liegt im allgemeinen bei etwa 100 Anschlüssen. Um jeden der angeschlossenen Lautsprecher mit genügender Lautstärke zu versorgen, müssen über die Leitungen wesentlich größere Energien übertragen werden, als es beispielsweise im normalen Fernsprechverkehr der Fall ist. Außerdem muß ein großer Frequenzbereich beherrscht werden, damit extreme Frequenzen, die bekanntlich für die Klanggüte maßgebend sind, einwandfrei mit übertragen werden. Hieraus ergab sich die Notwendigkeit, Kabel besonderer Art zu bauen, an die ähnliche Ansprüche zu stellen waren wie an die im Weitstreckenverkehr benutzten Fernsprechkabel. Mit Rücksicht auf die zu übertragenden größeren Energien sind aber noch wesentlich höhere Anforderungen zu erfüllen. Um eine Kopplungsfreiheit der einzelnen Sprechkreise zu sichern, genügt es bei Fernsprechkabeln, wenn die einzelnen Adern oder Adergruppen gegeneinander möglichst gleiche und geringe Kapazität sowie Gegeninduktivität haben. Man erreicht das durch Isolierverfahren, bei denen möglichst viel Luft im Dielektrikum untergebracht wird, und durch besondere Verseilungsarten. Diese konstruktiven Maßnahmen waren aber für die vorliegenden Kabel wegen der großen zu übertragenden Energiemengen nicht ausreichend. Es wurde notwendig, für die verschiedenen Programme bestimmte Stromkreise gegeneinander abzuschirmen. Mit der Einfügung von Abschirmungen vermehrt sich aber der Raumbedarf jeder Adergruppe innerhalb des Kabels, und man kommt, wenn man die Kapazität niedrighalten will, zu sehr starken Kabeln. Aus diesem Grund wurde bei den Kabeln eine derartige Aderaufteilung vorgenommen, daß die zu den einzelnen Teilnehmern führenden Stromkreise mit gleichem Programm jeweils zusammengefaßt wurden, so daß das Kabel beispielsweise für 10 Programme auch 10 jeweils für sich abgeschirmte Gruppen von Stromkreisen enthält. Die praktische Ausführung geschieht in der Weise, daß der Gesamtquerschnitt des Kabels in Sektoren aufgeteilt wird, in denen die Adergruppen zusammengefaßt sind, die das gleiche Programm übermitteln. Die einzelnen, jeweils für sich abgeschirmten Gruppen wurden auch so angeordnet, daß konzentrische Lagen aus diesen gebildet wurden. Stets ist bei allen diesen Gruppierungsmaßnahmen darauf Bedacht genommen worden, daß recht wenig Abschirmungsmaterial im Kabel untergebracht wurde. So wurden z. B. nur wenige metallische Zwischenlagen angeordnet, und ein Teil einzelner, für sich abgeschirmter Adern wurden gleichzeitig als Abschirmungsmittel der einzelnen Gruppen untereinander benutzt. Mit Kabeln dieser besonderen Bauweise der Deutschen Telephonwerke u. Kabelindustrie AG. konnten alle bestehenden Schwierigkeiten bewältigt und eine einwandfreie Übertragung der Programme gesichert werden.

Die Wahl der Programme vom Teilnehmer her geschah an Steckeinrichtungen, an die eine, der Programmzahl entsprechende Anzahl von Stromkreisen herangeführt wurde. Zur Vereinfachung und Verbilligung des Verteilungsnetzes ging man später auf Wählereinrichtungen über, die für jeden Teilnehmer nur noch einen Stromkreis erforderlich machten. Der Teilnehmer erhielt neben seinem Lautsprecher einen Nummernwähler, ähnlich wie bei Fernsprechapparaten in Selbstanschlußnetzen, und wählte damit über die Energieleitung in der Zentrale oder in besonderen Verteilungsstellen sein Programm aus. Auch nach Einführung des Wählverfahrens sind bei den Sonderkabeln keine Schwierigkeiten entstanden, die bei unsachgemäßen Kabelkonstruktionen durch die Stromstöße des Wählers zu erwarten gewesen wären.

Da die Netzkosten für die Wirtschaftlichkeit von Zentralrundfunkanlagen von entscheidendem Einfluß sind, haben technisch vorteilhaft aufgebaute Kabel größte Bedeutung. Die Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG., Berlin, hat durch ihre jahrelange Entwicklungsarbeit, die bereits beim Bau der allerersten Zentralrundfunkanlagen begann, größte Erfahrungen auf diesem Sondergebiet, die sie in die Lage versetzen, auch für die schwierigsten Verhältnisse stets die bestgeeigneten Kabelkonstruktionen zu liefern.

Digitized by Google

Deutsche Krane in allen bedeutenden Häfen der Welt.

Von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (M.A.N.) wurden nach vielen bedeutenden Häfen Krane für die verschiedensten Zwecke geliefert.

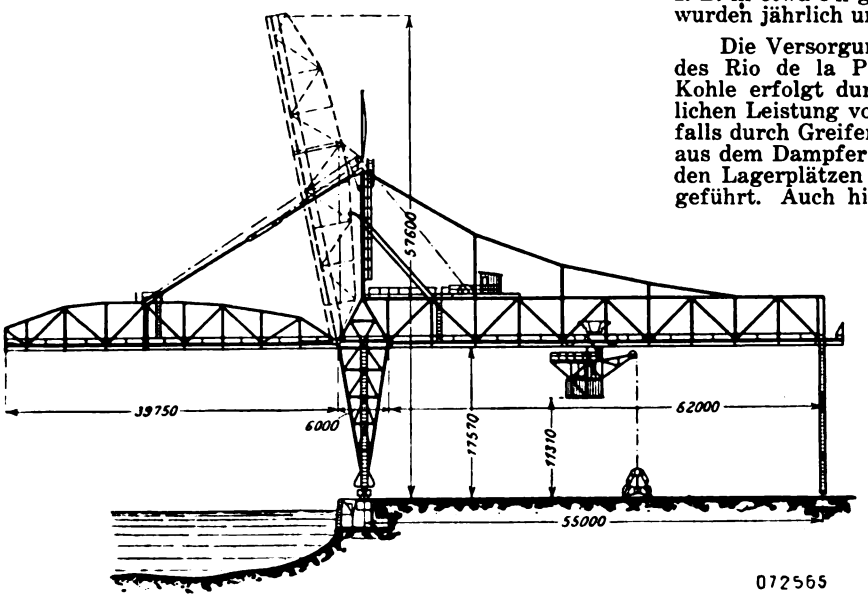
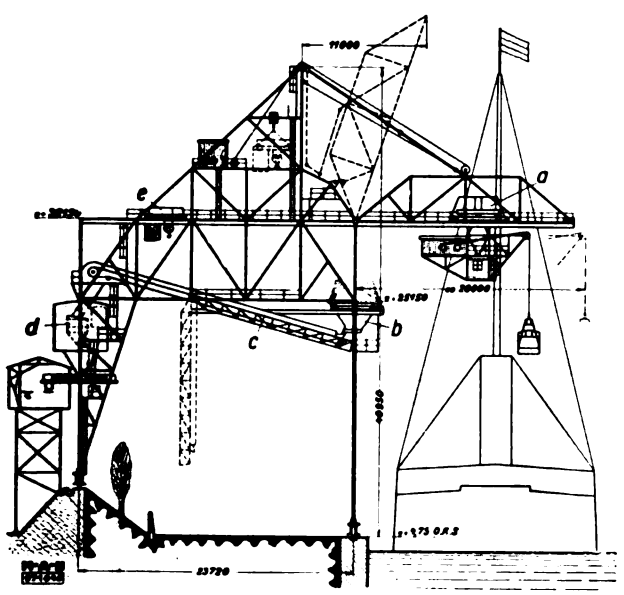


Abb. 1. Erzverladeanlage „Kruwal", Rotterdam.

Im Waalhaven von Rotterdam z. B. sind seit Jahren vier Erzverladebrücken mit Drehlaufkatzen von je 15 t Tragfähigkeit mit modernem Zweimotoren-Windwerk in Betrieb, deren elektrischer Teil von der AEG, Berlin, geliefert wurde. Die 39 m langen Ausleger lassen die Entladung von zwei nebeneinander liegenden mittelgroßen Dampfern zu. Die Umschlagsleistung ist durch die hier zur Anwendung gebrachte, leicht zu bedienende Spezialsteuerung bedeutend. Ein Dampfer mit 8400 t Erz konnte z. B. in etwa 8 h gelöscht werden. Mehr als 2½ Mill t Erz wurden jährlich umgeschlagen (Abb. 1).



a Drehlaufkatze b fahrbarer Bunker c Förderband
d Wiegebunker e Hilfskatze

Abb. 2. Uferentlader in Buenos Aires

Die Versorgung des neuen Großkraftwerkes am Ufer des Rio de la Plata im Hafen von Buenos Aires mit Kohle erfolgt durch zwei Uferentlader mit einer stündlichen Leistung von 300 ··· 350 t. Die Kohle wird hier ebenfalls durch Greifer-Drehlaufkatzen von 6,5 t Tragfähigkeit aus dem Dampfer über eine Bandanlage und Wiegebunker den Lagerplätzen oder unmittelbar den Kesselanlagen zugeführt. Auch hier ist die Zweimotorenwinde bevorzugt worden. Für die Beförderung von schweren Einzelstückgütern bis zu 30 t ist eine besondere Hilfskatze eingebaut (Abb. 2). Die Antriebsmotoren, die Steuergeräte usw. wurden von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin, gestellt.

Vielseitig verwendbar sind die beweglichen, selbstfahrenden Schwimmkrane mit dieselelektrischem Antrieb. Einige dieser Schwimmkrane mit Tragfähigkeiten von 20 ··· 120 t sind in den letzten Jahren in französischen Häfen (Bordeaux, Le Havre, Dünkirchen) in Betrieb genommen worden. Der für den Kranbetrieb und für den Antrieb der Schiffsschrauben erforderliche Strom wird durch Dieselmotorensätze erzeugt, die in den Schwimmkörpern untergebracht sind. Fahrgeschwindigkeiten bis zu 8 Knoten werden erreicht. Einige der Krane sind mit Feuerlöschvorrichtungen versehen, so daß sie auch zur Bekämpfung von Brandstellen herangezogen werden können. Den elektrischen Teil für diese Schwimmkrane in Bordeaux und auch die elektrische Ausrüstung des im folgenden beschriebenen Titankrans lieferte die AEG, Berlin.

Abb. 3. Wippkrane im Hafen von Gdingen.

Zum Bau der neuen Mole des Hafens Tamatave auf Madagaskar wurde ein 60 t-Titankran verwendet (Abb. 4). Seine Hauptaufgabe ist das Absetzen der bis zu 60 t schweren Betonblöcke unter einem vorgeschriebenen Böschungswinkel zum Bau der Molenkrone. Auch die Gesteinschüttung, die als Unterlage für die Blöcke dient,

Digitized by Google

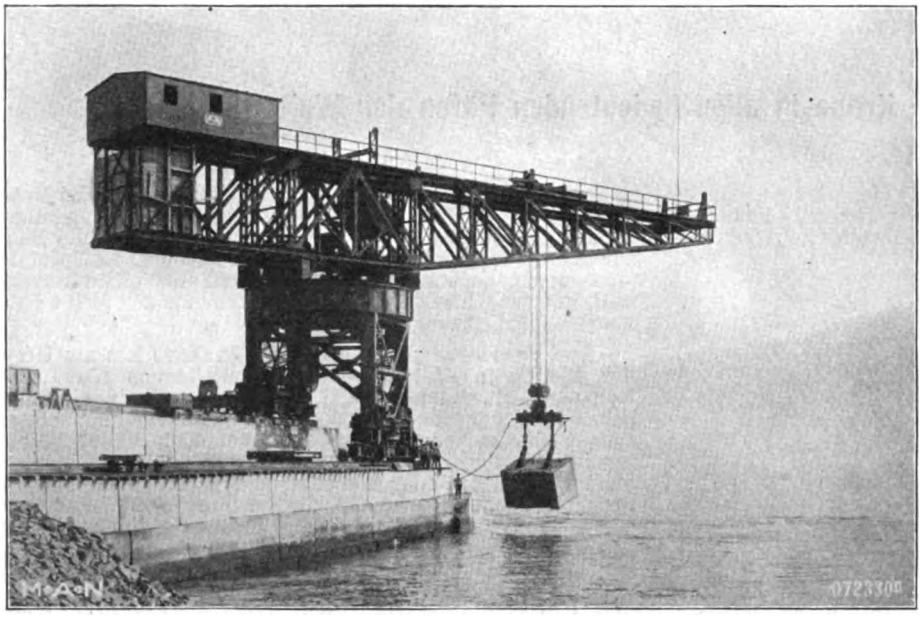


Abb. 4. 60 t-Titankran in Tamatave.

wird durch den Kran hergestellt. Mit ähnlichen Schwerlastkranen wurden auch die Molen in den chilenischen Häfen Constitución, Iquique und Antofagasta gebaut.

Zum schnellen Umschlag von Stückgütern aller Art, aber auch für Massenumschlag sind heute in allen Seehäfen Wippkrane üblich, bei welchen die Ausladung bei waagerecht bleibender Last verstellt werden kann. Da das Auslegerverstellen betriebsmäßig vorgenommen werden kann, ist es möglich, die Krane eng zusammenzustellen und damit mehrere Krane gleichzeitig auf eine Luke arbeiten zu lassen. Die Lösch- oder Ladezeit der Dampfer wird dadurch beträchtlich abgekürzt. Abb. 3 zeigt derartige Krane, die im Hafen von Gdingen (Polen) in Betrieb sind. Den elektrischen Teil lieferten hierfür die Bergmann-Elektrizitätswerke, Berlin.

Elektrische Antriebe mannigfacher Arten.

Während in Deutschland nur noch die Stadt Frankfurt am Main ein größeres Einphasennetz betreibt, sind im Ausland noch häufiger derartige Netze anzutreffen. So verfügt Paris noch über ein sehr ausgedehntes der-

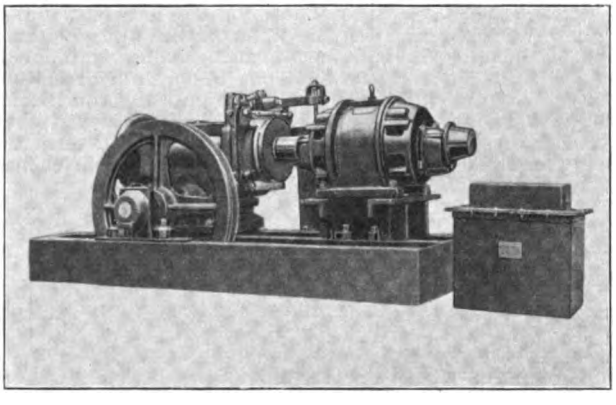


Abb. 1. Einphasenaufzugsmotor, gekuppelt mit der Aufzugswinde, und getrennter Kondensator.

artiges Netz und ebenso die Stadt Alexandrien in Ägypten. Für diese Städte lieferten die Schorch-Werke AG., Rheydt, in großer Anzahl Einphasen-Dreinutmotoren (DRP) insbesondere zum Antrieb von Aufzügen. Diese Motoren werden mit einem Kondensator in der Hilfsphase angelassen. Der Kondensator hat eine Anzapfung, um nach erfolgtem Anlauf mit einer den Betriebsverhältnissen angepaßten günstigsten Kapazität zu arbeiten. Diese Kurzschlußmotoren werden direkt eingeschaltet und entwickeln dabei das erforderliche hohe Anzugsmoment entsprechend dem etwa zweifachen Nenndrehmoment. Der Einschaltstrom beträgt dabei etwa das Dreifache des Nennstromes. Die Abschaltung des Anfahrteiles des Kondensators erfolgt selbsttätig mit Hilfe eines Fliehkraftschalters, der im Hinblick auf die verhältnismäßig großen Ströme in der Hilfsphase nicht direkt, sondern über ein Schütz schaltet. Die Leistung derartiger Motoren ging bereits bis zu 20 PS. Aus Abb. 1 ··· 3 geht der äußere Aufbau der Motoren und Kondensatoren hervor.

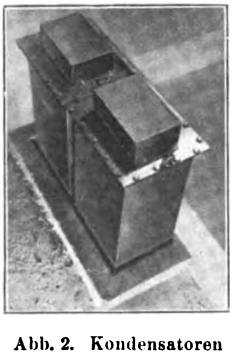


Abb. 2. Kondensatoren zum Motor in Abb. 3.

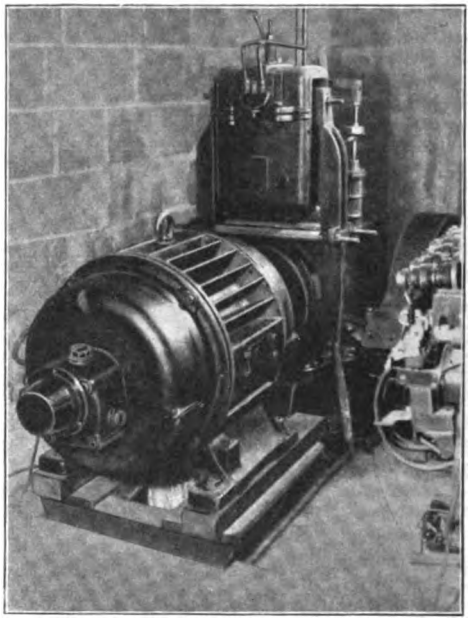


Abb. 3. Aufzugsanlage mit Einphasen-Dreinutmotor.

Bereits vor mehreren Jahren lieferten die Schorchwerke AG., Rheydt, über 40 Dreinutmotoren (DRP) zum Antrieb von Gebläsen der Firma Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal für die neue Rohrpostanlage in Buenos Aires, welche von der Fa. C. Aug. Schmidt Söhne in Hamburg 21 erstellt wurde. Es handelte sich dabei um Motoren von 10 PS bei 1500 U/min. Im Hinblick auf die besondere Einfachheit der Schaltung bei dem vollselbsttätigen Betrieb wurden die Motoren für direkte Einschaltung vorgesehen. Sie entwickeln dabei das doppelte

Digitized by Google

Nenndrehmoment als Anzugsmoment und nehmen nur den 3,2fachen Nennstrom als Einschaltstrom auf. Abb. 4 zeigt ein fertig montiertes Gebläse mit dem Motor in der Rohrpostanlage in Buenos Aires, Abb. 5 das Lager der Motoren während der Bauzeit im Keller des Postgebäudes.

Bei dem Antrieb eines Spannrahmens mit Foulard in Lyon durch Drehstrom-Nebenschluß-Kollektormotoren sind 2 regelbare Motoren erforderlich, wo-

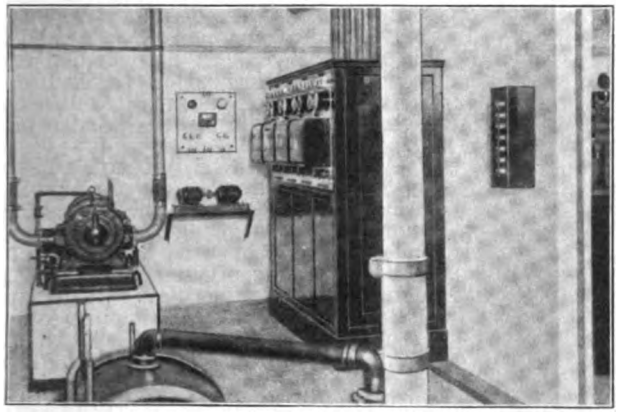


Abb. 4. Rohrpostgebläse mit Dreinutmotor.

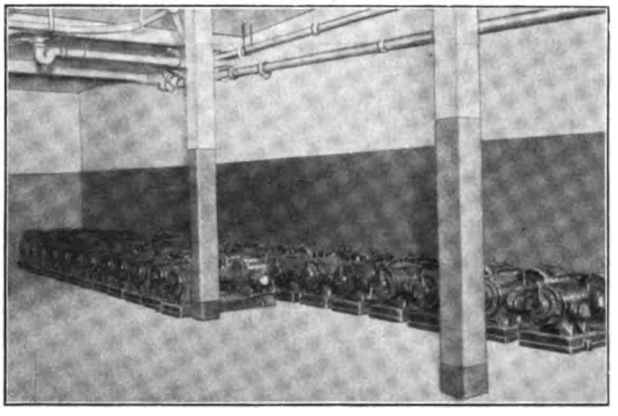


Abb. 5. Lager von Dreinutmotoren während der Bauzeit im Rohrpostamt Buenos Aires.

von der eine eine Höchstleistung von 23,5 kW, der andere eine solche von 11,8 kW Leistung bei der höchsten Drehzahl aufweisen muß. Je nach der Ware muß die Geschwindigkeit verschieden eingestellt werden, so daß sich ein Gesamtregelbereich der Motoren von 2000 ··· 430 U/min ergibt. Bei dieser Regelung müssen beide Motoren gemeinsam miteinander gesteuert werden, was durch Anwendung eines gemeinsamen Drehreglers ermöglicht ist. Voraussetzung für eine derartige gemeinsame Regelung zweier oder auch mehrerer Motoren ist dabei, daß die Bürsten nicht verstellt werden müssen, da es sonst nicht leicht möglich wäre, beide Bürstensätze genau entsprechend zu verstellen, um so mehr, als es sich um Motoren verschiedener Leistung handelt. Zu der Forderung, beide Motoren in der Grunddrehzahl gemeinsam zu steuern, kommt noch die Forderung hinzu, daß gelegentlich (um einen Effekt zu erzielen) der Foulardmotor etwa 15 % schneller oder langsamer laufen muß als der Spannrahmenmotor. Diese Forderung ließ sich bei der vorgeschlagenen Lösung leicht dadurch erfüllen, daß man für den Foulardmotor einen zusätzlichen Drehregler vorsah, der einen entsprechenden Zusatzregelungsbereich aufweist.

Die elektrische Ausrüstung des Physikalisch-chemischen Instituts in Madrid.

Eine zweckmäßige elektrische Ausrüstung ist für naturwissenschaftliche und technische Forschungsinstitute eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Betätigung. Vor allem wird bei richtiger Planung und Ausführung der Anlage die Zeit für den Aufbau der Versuchsanordnungen wesentlich verkürzt, und die gewonnene Zeit kommt der eigentlichen Forschungsarbeit zugute. Ferner läßt sich durch richtige Gestaltung des Leitungsnetzes erreichen, daß an mehreren räumlich voneinander getrennten Stellen Hand in Hand gearbeitet werden kann. Weiterhin bedeutet eine gut durchdachte elektrische Ausrüstung in gewissem Sinne eine Ersparnis, denn Stromquellen, Maschinen, Oszillographen und ähnlich wertvolle Einrichtungen können in einer guten Experimentieranlage von allen Arbeitsplätzen aus benutzt werden. Daraus ergibt sich eine für das Arbeiten sehr wesentliche Übersichtlichkeit und Einfachheit der Aufbauten. Transportable Stromquellen mit all ihren Unzulänglichkeiten lassen sich bei entsprechender Leitungsführung und Verteilung vermeiden, was ebenfalls der Durchführung der Arbeiten zugute kommt.

Abb. 1. Das National-Institut für Physik und Chemie in Madrid.

Von den Aufträgen der letzten Zeit auf diesem Gebiete ist die elektrische Ausrüstung des National-Instituts für Physik und Chemie in Madrid zu erwähnen, das die spanische Regierung unlängst aus Mitteln einer von Rockefeller gemachten Stiftung errichtet hat (Abb. 1). Für dieses Institut lieferten Siemens & Halske die gesamte Stromerzeugungs- und -verteilungsanlage. Bemerkenswert daran ist, daß der Auftrag zur Projektierung und Ausführung der Anlage erst erteilt wurde, nachdem der Bericht einer Kommission, welche verschiedene Länder bereist hatte, die Überlegenheit der vorgeschlagenen Konstruktionen ergeben hatte. Bei der Planung der gesamten Anlage, die in enger Fühlung mit dem Architekten erfolgte, wurde naturgemäß vor allem die Eigenart der in dem Institut vorzunehmenden Forschungsarbeiten berücksichtigt. Diese sind hauptsächlich solche der reinen und angewandten Physik und Chemie, der Röntgentechnik, der Spektroskopie und vor allem des Magnetismus, der ein Hauptarbeitsgebiet des Institutsleiters, Prof. Cabrera, ist.

Im Grundriß des Gebäudes, der die Form eines T hat, interessiert vor allem, daß der Mittelbau und die Seitenflügel getrennte Fundamente haben. Dadurch ist erreicht, daß sich Erschütterungen aus dem Hauptmaschinenraum und der Werkstatt nicht auf die in den Seitenflügeln befindlichen einzelnen Laboratorien für feinere Arbeiten übertragen können. Beachtenswert dürfte ferner sein, daß für besondere Versuche, die keine Erschütterungen vertragen können, zwei Räume mit getrennten Fundamentplatten im Kellergeschoß vorhanden sind. Die rechtzeitige Planung der gesamten Anlage machte eine besonders zweckmäßige Unterbringung aller Rohrleitungen möglich. Sie sind nämlich sämtlich in Doppelwänden und Doppeldecken untergebracht, so daß sie nicht zu sehen, aber für

Digitized by Google

Erweiterungen, Erneuerungen usw. jederzeit zugänglich sind.

Die nötige Energie erhält das Institut in Gestalt von hochgespanntem Drehstrom (15 kV), der in zwei Transformatoren (160 bzw. 75 kVA Leistung) auf 220/127 V umgespannt wird. Als weitere Kraftquelle ist eine Sammlerbatterie von etwa 100 A Entladestromstärke vorhanden, die ein Dreileiternetz mit geerdetem Nulleiter speist. Sie wird von einem bis zur Remanenz herab regelbaren Umformer geladen, während ein ferngesteuerter

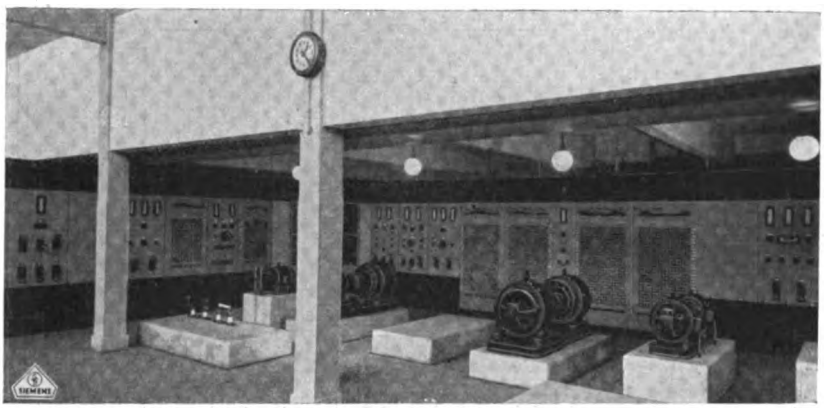


Abb. 2. Der Hauptmaschinenraum des Instituts.

Zellenschalter die abgegebene Spannung konstant hält. Diese Batterie speist die einzelnen Arbeitsplätze mit konstanter Spannung, ferner liefert sie den Beleuchtungsstrom für die Laboratorien, in denen Wechselstrom Störungen bewirken könnte. Weiterhin ist noch eine in Grup-

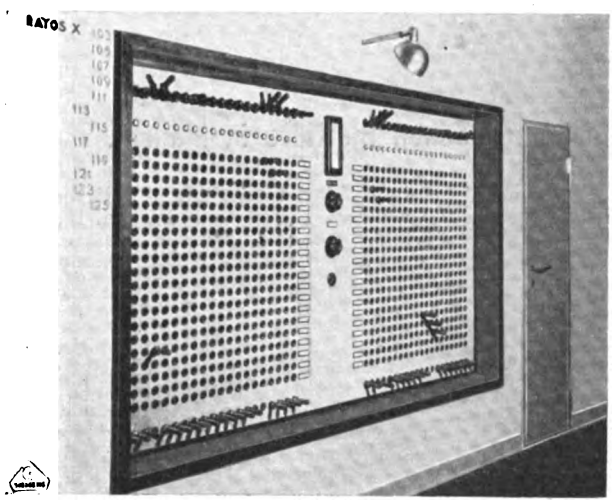


Abb. 3. Ein Stockwerkverteiler im Institut.

pen unterteilte Experimentalbatterie von 700 Ah Kapazität und einer Entladestromstärke von 180 A, sowie eine Spannungsbatterie für 400 V vorhanden. Sie werden mittels besonderen Ladesatzes geladen, der ebenfalls im Maschinenraum aufgestellt ist (Abb. 2). Zum Erzeugen von hochgespanntem Gleichstrom, wie er z. B. zum Betrieb von Elektronenröhren viel gebraucht wird, ist ferner ein Maschinensatz vorhanden, der aus einem Drehstrommotor und vier gekuppelten Gleichstromgeneratoren besteht. Jeder liefert 500 V, sie können in Reihe oder parallel geschaltet werden. Die Leitungen für einen geplanten Hochspannungssatz von 10 000 V sind bereits verlegt. Zur Speisung des Spannungskreises am Kompensatormeßtisch ist ein weiterer kleiner Umformer für 1500 V aufgestellt. Endlich ist noch ein Gleichstrom-Drehstrom-Umformer zu nennen, dessen Frequenz zwischen 30 und 60 Hz regelbar ist. Die Bedienungs- und Verteilertafel im Maschinenraum besteht aus 27 Feldern, die an den Wänden aufgestellt sind.

Die Ströme werden über Stockwerkverteiler verteilt (Abb. 3), von denen in jedem Stockwerk zwei vorhanden sind. Man hat hier die neue verdeckte Bauart gewählt, bei der sowohl die Primär- als auch die Sekundärschienen hinter der Tafel liegen. Einige starke Sonderleitungen für hohe Ströme laufen nicht über die Verteiler, sondern führen unmittelbar zu den entsprechenden Laboratorien. Ferner ist ein Erreger- und Meßleitungsverteiler vorhanden, von dem Leitungen zu den einzelnen Arbeitsplätzen führen. Er wird benutzt, um die Maschinen von den Laboratorien aus fernsteuern und -regeln zu können, ferner kann man mit seiner Hilfe beliebige Laboratorien miteinander verbinden. Bei benachbarten Laboratorien kann die Verbindung auch mittels Klemmtafeln erfolgen, die in den Wänden eingelassen sind.

Als Experimentierleitungen sind Panzeradern verlegt, so daß gegenseitige Beeinflussungen vermieden sind. Aushilfsleitungen sind in genügender Zahl vorhanden. Zu erwähnen ist ferner eine zu allen Arbeitsplätzen laufende Erdleitung, die mit vier großen ins Grundwasser versenkten Kupferzylindern verbunden ist.

Im großen Hörsaal (Abb. 4) ist als Sonderheit zu vermerken, daß die Klemmen für die Stromabnahme auf einem pultförmigen Aufbau angebracht sind. An sie werden die Versuchsanordnungen angeschlossen, die — vorher im Vorbereitungsraum — auf fahrbaren Wagen aufgebaut worden sind. Die Verdunkelungsanlage wird vom Vortragspult aus elektrisch gesteuert, ebenso wird die Schreibtafel in gleicher Weise elektrisch bewegt.

Besonderer Wert ist auf eine gute Be- und Entlüftung des Hauses gelegt worden. Um zu vermeiden, daß Säuredünste oder sonst schädliche Gase aus den Laboratorien in die Flure treten, wird das Haus unter einem gewissen Überdruck gehalten. Hierzu dienen zwei große Zentrifugallüfter, die stündlich 50 000 m³ Luft ansaugen. Die Luft wird vorher von Staub befreit und vor dem Eintritt in den Verteilungskanal vorgewärmt. Eine ähnliche besondere Lüftungsanlage haben auch die Hörsäle. Die insgesamt 48 Digestorien werden durch eigene Lüfter entlüftet, und zwar ist die Anordnung so getroffen, daß beim Versagen eines Ventilators die Luftkanäle auf einen anderen Ventilator umzulegen sind. Die Akkumulatorenräume werden in der Weise entlüftet, daß angewärmte Luft aus dem übrigen Gebäude hineingelassen und die verbrauchte Luft abgesaugt wird. Diese Anordnung ist deshalb getroffen, um das Ansammeln von Säuredämpfen zu vermeiden.

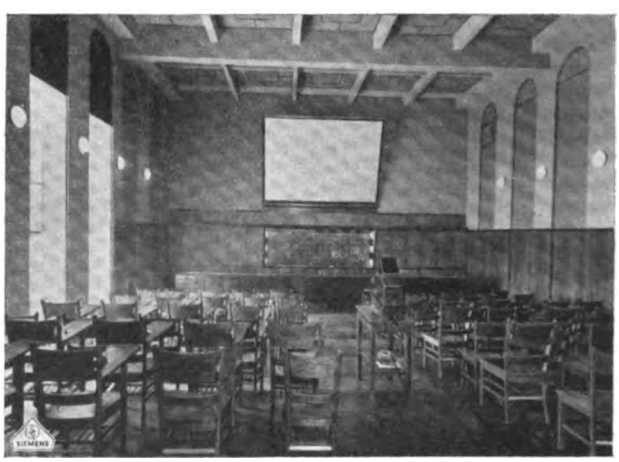


Abb. 4. Hörsaal im Institut.

Außer der Experimentieranlage wurden auch die Fernmeldeanlagen des Instituts von Siemens & Halske geliefert. Zu nennen ist eine Selbstanschluß-Fernsprechanlage, mit der eine Personensucheinrichtung verbunden ist, sowie eine elektrische Uhrenanlage, an die eine Reihe von Sekundenuhren angeschlossen ist.

Digitized by Google

Fernsprech-Seekabel.

Die eigenartige Gestaltung der europäischen Küste mit ihren vielen Buchten und vorgelagerten Inseln hat zur Folge, daß in vielen Fällen eine telephonische Verbindung zwischen einzelnen Ländern nur durch Seekabel möglich ist. Deshalb hat man sich in Europa schon frühzeitig mit der Entwicklung von Fernsprech-Seekabeln befaßt. Besonders die deutsche Kabelindustrie hatte reichlich Gelegenheit, auf diesem Gebiet Erfahrungen zu sammeln, galt es doch zu Beginn des Jahrhunderts, nach allen dem deutschen Festland vorgelagerten Inseln in der Nord- und Ostsee Fernsprechverbindungen mit dem Festland zu schaffen. Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß sich viele ausländische Staaten diese in Deutschland gesammelten Erfahrungen zunutze machen wollten und ihre Fernsprech-Seekabel von deutschen Firmen bauen ließen.

Abb. 1. Austragen des Schwedenkabels III über den „Bock".

Seitdem im Jahre 1925 durch einen großzügig angelegten Probeversuch in der Nordsee der Beweis erbracht worden war, daß man auch ein durch biegsame Spulenmuffen unterbrochenes Seekabel sicher verlegen und wieder aufnehmen kann, wurden von deutschen Seekabelfirmen, der Felten & Guilleaume Carlswerk AG., Köln-Mülheim, und der Siemens & Halske AG., Berlin, die in der Zahlentafel 1 zusammengestellten großen Seekabel nach dem Ausland und im Ausland verlegt:

Zahlentafel 1. Aufbau und Länge.

Jahr	Seekabel	Länge km	Zahl der Adern
1926	Deutschland—Dänemark III	46	12 × 4
1927	Deutschland—Schweden III	117	12 × 4
1928	Schweden—Finnland	200	8 × 4
1930	Schweden—Gotland	158	7 × 4
1930	Deutschland—Schweden IV	119	42 × 4 + 1 × 2
1931	Schweden—Bornholm	67	5 × 4
1931	Schweden—Dänemark	22	43 × 4
1931	Deutschland—Dänemark IV	47	22 × 4 + 1 × 2

Zahlentafel 2. Wesentliche elektrische Eigenschaften.

Seekabel	Gesamtdämpfung bei 800 Hz Neper	Grenzfrequenz Hz	Nebensprechen zw. Leitungen verschiedener Gesprächsrichtungen zw. 640 u. 1900 Hz Neper
Deutschland—Dänemark III	2,53	4500	12,2
Deutschland—Schweden III	2,45	5500	13,2
Schweden—Finnland Norrtälje—Marlehamn	2,79	5600	14,8
Marlehamn—Åbo	3,14	5600	14,8
Schweden—Gotland	3,37	6500	> 12
Deutschland—Schweden IV	3,60	6800	15,8
Schweden—Bornholm	1,21	3400	12,2
Schweden—Dänemark	2,50	7000	15,8
Deutschland—Dänemark IV	4,20	7100	16,3

Bei all diesen Seekabeln waren neben den Schwierigkeiten mechanischer Art, die durch das Einspleißen der Spulenmuffen in das Kabel bedingt sind, auch große Schwierigkeiten in elektrischer Hinsicht zu überwinden. Infolge der hohen Dämpfung dieser Kabel werden an die Nebensprechfreiheit zwischen den einzelnen Sprechkreisen viel höhere Anforderungen gestellt als bei Landkabeln. Außerdem müssen die Kabel so stabil gebaut werden, daß bei der Verlegung keine Verschlechterung des Nebensprechens eintritt.

Das erste dieser großen Seekabel wurde 1926 zwischen Warnemünde und Gjedser verlegt. Dänemark besaß zwar bereits Verbindungen mit Deutschland durch die 1903 und 1907 zwischen Fehmarn und Laaland verlegten Krarupkabel. Beide enthielten jedoch nur je zwei Fernsprechdoppeladern, und so machte sich in der Nachkriegszeit ein dringendes Bedürfnis nach einer Erhöhung der Sprechkreiszahl geltend. Das 1926 verlegte Kabel hat 12 Vierer, die in Vierdrahtschaltung betrieben werden. Das Kabel ist in zwei Gruppen unterteilt, von denen die eine nur die Leitungen der Sprechrichtung, die andere nur die Leitungen der Hörrichtung enthält. Die eine Gruppe liegt teils im Kern, teils in der Außenlage, die andere nur in der Außenlage. Die genügende Nebensprechfreiheit wird dadurch erreicht, daß die beiden Gruppen durch metallisiertes Papier voneinander getrennt sind. Schon nach wenigen Jahren reichten diese 12 Vierdrahtverbindungen nicht mehr aus, und es wurde 1931 ein neues Pupin-Seekabel zwischen Warnemünde und Gjedser ausgelegt, das 22 Vierer und ein Rundfunkpaar enthält. Auch dieses Kabel ist zur Erreichung einer hohen Nebensprechdämpfung in zwei elektrostatisch voneinander getrennte Gruppen für die beiden Gesprächsrichtungen aufgeteilt, jedoch bilden hier die Gruppen im Gegensatz zum dritten Dänenkabel zwei symmetrisch zur Mitte liegende Halbkabel. Die Grenzfrequenz dieses Kabels ist so hoch, daß neben dem niederfrequenten auch ein trägerfrequentes Gespräch geführt werden kann, so daß das Kabel 44 Vierdrahtverbindungen enthält.

Schweden erhielt eine direkte Verbindung mit Deutschland erst sehr viel später als Dänemark. 1919 und 1921 wurden zwei Krarupkabel zwischen Zarrenzin (Pommern) und Kämpinge (Schweden) ausgelegt, die zusammen 8 Zweidrahtgesprächskreise enthielten. Schon bald danach machte sich ein dringender Bedarf nach einer neuen Kabelverbindung geltend, zumal die beiden Kabel den wachsenden Anforderungen des Verkehrs auf weite Entfernungen nicht mehr genügten. Im Jahre 1927 wurde deshalb zwischen Zarrenzin und Kämpinge ein Pupin-Seekabel mit 12 Vierern ausgelegt. Es unterscheidet sich von dem 1926 verlegten Pupin-Seekabel nach Dänemark dadurch, daß jeder Vierer in geschlossener Spirale mit einem metallisierten Papierband umwickelt ist, wodurch die notwendige Nebensprechfreiheit erreicht wird.

Der Verkehr zwischen Deutschland und Schweden nahm in den folgenden Jahren so sehr zu, daß bereits 1930 ein neues Kabel notwendig wurde. Dieses bedeutet mit 42 Vierern und einem Rundfunkpaar einen großen Schritt in der Entwicklung der Seekabeltechnik. Es besteht aus zwei elektrostatisch voneinander abgeschirmten Halbkabeln und besitzt eine höhere Grenzfrequenz, so daß die Übertragung eines Trägerfrequenzbandes möglich ist. Das Kabel enthält dann 84 Vierdrahtverbindungen. Trotz der hohen Zahl von Leitern war es möglich, die Beeinflussung der einzelnen Stromkreise so gering zu halten, daß sich eine mittlere Nebensprechdämpfung von 15,8 Neper ergab. Bei der Verlegung dieser beiden Kabel nach Schweden bereitete eine der vorpommerschen Küste vorgelagerte, etwa 2 km lange

Digitized by Google

Halbinsel, der sog. Bock, große Schwierigkeiten. Über diese Halbinsel, die bis zu 1,5 m unter Wasser steht, mußten die Kabel durch über 200 Mann ausgetragen werden (Abb. 1).

Noch später als Schweden erhielt Finnland Anschluß an den internationalen Fernsprechverkehr. Im Jahre 1928 wurde ein Pupin-Seekabel mit 8 einzeln abgeschirmten Vierern zwischen Norrtälje in Schweden und Mariehamn auf den Ålandsinseln und zwischen Mariehamn und Åbo in Finnland verlegt. Von den 8 Vierern werden 7 in Vierdrahtschaltung für den Fernverkehr und einer in Zweidrahtschaltung für den Verkehr von Mariehamn nach beiden Seiten verwendet. Das Kabel kam in Wassertiefen über

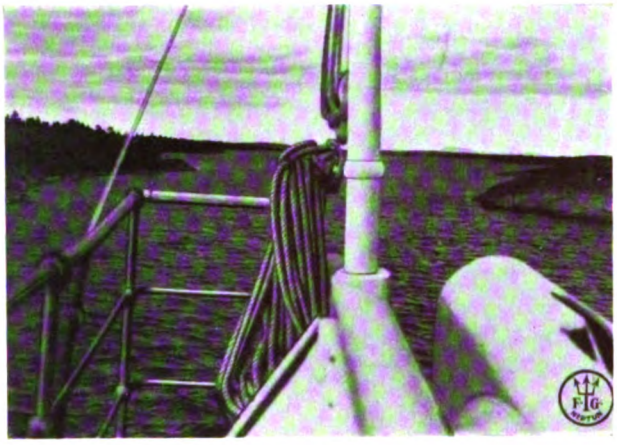


Abb. 2. Auf der Fahrt durch die engen Fahrstraßen des Schärengebietes.

100 m zu liegen und erhielt deshalb einen besonderen Druckschutz in Form einer Druckspirale. Die Festlegung des Kabelweges war sehr schwierig, weil einerseits Schifffahrtstraßen wegen der Gefährdung durch Anker vermieden werden sollten, anderseits die nicht von Schiffen befahrenen Gewässer nur wenig bekannt waren. Die Verlegung durch das Gewirr der Inseln und Riffe der Ålandsinselgruppe war außerordentlich schwierig (Abb. 2).

In dem Netz der gegenseitigen Verbindungen der nordischen Staaten fehlte nun noch ein hochwertiges Kabel zwischen Dänemark und Schweden. Zwar liefen verschiedene Krarup-Seekabel durch den Sund, jedoch genügte ihre Leiterzahl dem wachsenden Verkehr nicht mehr. Deshalb wurde 1931 zwischen Barsebäck an der schwedischen Küste und Charlottenlund bei Kopenhagen ein Pupin-Seekabel mit 42 Vierern und einem Rundfunkvierer ausgelegt. Das Kabel enthält Leitungen für Zweidrahtbetrieb zwischen Kopenhagen und Malmö und für Vierdrahtbetrieb für den Verkehr auf größere Entfernungen. Die Grenzfrequenz der Vierdrahtleitungen ist so hoch, daß die Übertragung eines zweiten, trägerfrequenten Gespräches möglich ist.

Neben der gegenseitigen Verbindung der nordischen Staaten mußten auch die abseits liegenden Inseln Gotland und Bornholm mit ihren Mutterländern durch neuzeitliche Kabel verbunden werden. Dies geschah 1930 durch die Verlegung eines 7 Vierer enthaltenden Pupin-Seekabels zwischen Hållsviken in Schweden und Vible auf Gotland, das ebenfalls für den Betrieb mit zwei Frequenzbändern geeignet ist. Die Verbindung von Dänemark mit Bornholm erfolgte 1931 durch die Auslegung eines Pupin-Seekabels mit 5 Vierern von Roenne auf Bornholm nach Ystad an der schwedischen Südküste. Von dort aus führen die schwedischen Fernsprechleitungen nach Malmö zu dem ebenfalls 1931 verlegten Seekabel nach Kopenhagen.

Bei all diesen Kabeln in der Ostsee sind im Vergleich zu den Tiefseekabeln nur geringe Tiefen zu überbrücken. Dagegen wurden in norwegischen Fjorden bereits Seekabel mit Papier-Luft-Isolierung und Bleimantel der Felten & Guilleaume Carlswerk AG. schon für viel größere Tiefen verlegt, wie Zahlentafel 3 zeigt:

Zahlentafel 3.

Jahr	Länge km	Wassertiefe m	Aderzahl
1930	15	1300	2 × 2
1932	10	750	2 × 2
1932	30	750	2 × 2

Der Druckschutz dieser Kabel besteht aus einer Stahldrahtspirale mit zwei darüberliegenden Stahlbändern. Das in 1300 m Tiefe verlegte Seekabel ist das bisher tiefste Papierblei-Seekabel der Welt.

Zum Schluß sei noch ein von den Norddeutschen Seekabelwerken, Nordenham, 1930 hergestelltes Fernsprech-Seekabel erwähnt. Es verbindet Key West in USA mit Habana auf Kuba und ist 201 km lang. Es ist besonders bemerkenswert durch den Verzicht auf jede induktive Belastung und durch die Verwendung eines neuen Isolierstoffes: Paragutta, der bessere elektrische Eigenschaften besitzt als Guttapercha. Auf dem Kabel werden zunächst 3 Fernsprechkreise mit 6 Trägerfrequenzen betrieben, jedoch kann die Zahl der Kreise noch vermehrt werden, wenn Bedarf vorhanden ist.

Die hier beschriebenen, von deutschen Firmen hergestellten Fernsprech-Seekabel sind ein Beweis dafür, daß es heute möglich ist, alle in Europa vorkommenden Entfernungen und Tiefen durch hochwertige Seekabel zu überbrücken. Auch die Überbrückung größerer Entfernungen bringt keine grundsätzlichen Schwierigkeiten mehr und ist heute mehr ein finanzielles als ein technisches Problem.

Starkstrom-Kondensatoren für Hochfrequenz-Schmelzöfen.

Ein eisenloser Hochfrequenz-Induktionsschmelzofen hat bekanntlich, da er ohne magnetischen Schluß des Feldes arbeitet, einen sehr ungünstigen Leistungsfaktor ($\cos\varphi$ meistens kleiner als 0,1) und würde, wenn die gesamte von ihm benötigte Scheinleistung von einem umlaufenden Hochfrequenzgenerator aufgebracht werden müßte, einen unverhältnismäßig hohen Kostenaufwand bedingen. Erst durch die Herstellung preiswerter und betriebssicherer Hochfrequenzkondensatoren ist es möglich, Hochfrequenz-Ofenanlagen wirtschaftlich zu bauen und zu betreiben. Für eine von der AEG nach Italien gelieferte, mit 2100 V, 970 Hz arbeitende Hochfrequenz-Ofenanlage mit einem Einsatzgewicht von 600 kg und einer Wirkleistung von insgesamt 180 kW wäre, falls diese Anlage ohne Kondensatoren betrieben werden sollte, ein Hochfrequenzgenerator mit einer Scheinleistung von 2315 kVA erforderlich; die Kosten dieses Generators würden ein Mehrfaches der Kosten der für die Deckung des Blindstromes erforderlichen Kondensatorenbatterie betragen. Bei Verwendung einer Kondensatorenbatterie genügt für die Lieferung der Wirkkomponente des Ofenstromes ein Hochfrequenzgenerator mit einer Leistung von 180 kW, während die Leistung der zur Deckung der Blindkomponente des Ofenstromes erforderlichen Kondensatorenbatterie im vorliegenden Falle 2310 kVA beträgt.

Die Kondensatorenbatterie wurde von der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft Hydrawerk, Berlin N 20, geliefert und besteht aus 11 Einphasenkondensatoren mit einer Blindleistung von je 210 kVA. 6 dieser Einheiten liegen dauernd parallel zur Ofenspule, während 5 Einheiten je nach dem Blindstrombedarf zu- und abgeschaltet werden können. Zwecks Erreichung einer noch feinstufigeren Regelmöglichkeit sind zwei dieser Kondensatoreinheiten außerdem mit Kapazitätsunterteilungen versehen. Das Zu- und Abschalten des veränderlichen Teiles der Kondensatorenbatterie erfolgt mittels Sonderschaltern, die in der Weise ausgebildet sind, daß vor dem Schalten selbsttätig die Generatorspannung annähernd auf die Remanenzspannung herabgesetzt wird, so daß das Schalten der veränderlichen Kondensatoren bei stark verminderter Spannung erfolgt.

Die Kondensatoren besitzen ein ölimprägniertes Papierdielektrikum, dessen Auslegung im Hinblick auf die Beanspruchung mit 970-periodigem Wechselstrom nach den großen beim Hydrawerk vorliegenden Erfahrungen im Bau von Hochfrequenzkondensatoren erfolgte. Um in bezug auf die Kühlung der Kondensatoren nicht von der Außentemperatur bzw. der des Aufstellungsortes abhängig zu sein, wurde eine wassergekühlte Ausführung gewählt. Der zur Verfügung stehende Raum für die

Digitized by Google

Unterbringung der Kondensatoren erforderte die Anordnung von jeweils zwei Kondensatorenkästen übereinander (s. Abb. 1). Da die Verluste in den Kondensatoren bei zweckmäßiger Auslegung gering sind und das Kühlwasser sich demnach beim Durchgang durch einen Kondensator nur unerheblich erwärmt, wurden die Kühlschlangen der übereinander angeordneten Kondensatoren hintereinander geschaltet, um den Kühlwasserdruck von 4 atü voll auszunutzen und die Kühlwassermenge zu verringern.

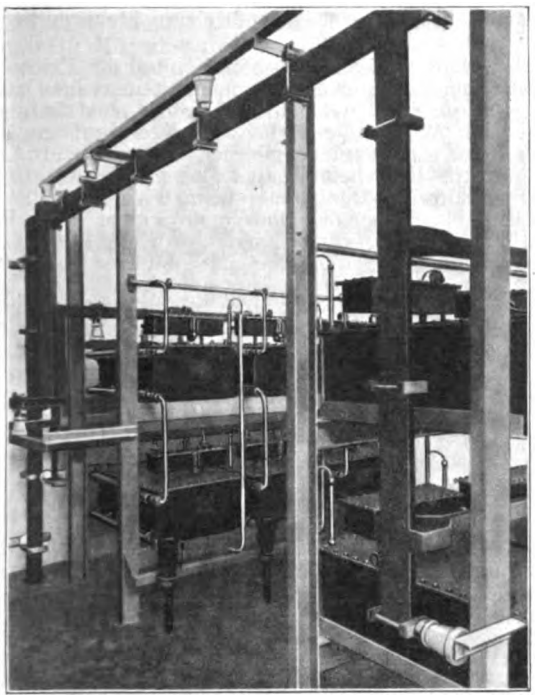
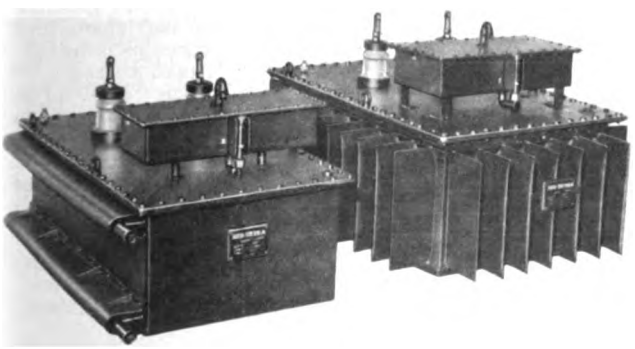


Abb. 1. Hochfrequenz-Kondensatoren-Batterie (mit Wasserkühlung) für Induktions-Schmelzofen. Gesamtblindleistung 2310 kVA bei 2,1 kV, 970 Hz.

Die schlangenförmig gebogenen und aus einem Stück bestehenden Kühlrohre sind innerhalb der Kondensatorenkästen derart angeordnet, daß sie sich beim Abstellen des Wasserzuflusses selbsttätig entleeren, so daß also hierdurch die Gefahr des Einfrierens eines etwaigen Kühlwasserrückstandes der nicht im Betrieb befindlichen Batterie beseitigt ist. Am Abflußstutzen des untersten Kondensators ist ein Überwachungsgerät angebracht, das bei Ausbleiben des Kühlwassers oder bei Unterschreitung der Kühlwassermindestmenge ein Warnsignal betätigt. Eine 2. Sicherheitsvorrichtung zur Vermeidung der thermischen Überlastung der Kondensatoren besteht noch in der Anbringung eines Kontaktthermometers, das die Temperatur der obersten Ölschichten anzeigt und das bei Überschreitung der zulässigen höchsten Öltemperatur anspricht. Da das Öl im Kondensatorenbau nicht nur die Aufgabe der Kühlung hat, sondern in erster Linie als aktiver Baustoff des Dielektrikums dient, ist auf die Erhaltung guter dielektrischer Eigenschaften des Öles größter Wert zu legen. Zu diesem Zwecke ist jede Kondensatoreinheit mit einem Ölausdehnungsgefäß und einem Ölstandsanzeiger versehen, so daß also sämtliche Sicherheitsmaßnahmen getroffen sind, die eine größte Betriebssicherheit der Kondensatoren gewährleisten. In Abb. 2 sind die Einzelheiten eines derartigen wassergekühlten Hochfrequenzkondensators im linken Teil der Abbildung deutlich erkennbar. Selbstverständlich kann die Abführung der dielektrischen Verlustwärme auch unmittelbar an die Außenluft durch die Gehäusewandungen erfolgen. Der Vollständigkeit halber ist deshalb rechts in Abb. 2 eine sog. luftgekühlte Ausführung eines derartigen, in einem Rippengehäuse untergebrachten Kondensators dargestellt, die für die gleichen elektrischen Betriebsverhältnisse ausgelegt ist wie der wassergekühlte Typ und die deshalb einen Vergleich des Raumbedarfes für beide Ausführungsarten zuläßt.



wassergekühlte Ausführung luftgekühlte Ausführung

Abb. 2. Hochfrequenz-Kondensatoren mit Einheitsleistungen von 210 kVA bei 2,1 kV, 970 Hz.

Das nördlichste Krarupkabel von Europa.

Eine bemerkenswerte Kabelanlage wurde vor einigen Jahren durch die AG. Kabelwerk Duisburg, Duisburg a. Rh., ausgeführt. Es handelt sich um ein 15 km langes Fernmeldekabel, das nach dem System Krarup für die Norwegischen Staatsbahnen, und zwar für die Strecke Narvik—Riksgränsen, geliefert worden ist. Die Ofotenbahn ist die nördlichste Bahn von Europa, sie führt von Narvik über Riksgränsen nach Schweden (Lulea) und dient in der Hauptsache dem Transport von Eisenerz aus den schwedischen Erzlägern nach den Seehäfen. Diese hochinteressante Bahnstrecke führt auf einer Länge von 40 km im Hochgebirge durch 17 Felsentunnel und 10 Schutztunnel. Die Hochgebirgsstrecke brachte mit ihrem schmalen Bahnkörper längs tiefer Abgründe, dem felsigen Untergrund sehr erschwerte Arbeitsbedingungen, zudem konnte wegen des starken Zugverkehrs nur nachts über gearbeitet werden. Zelte aufzustellen, war vielfach unmöglich. Eine sehr unangenehme Beigabe war die Mückenplage, so daß ohne Netze oder Handschuhe an vielen Stellen nicht gearbeitet werden konnte. Es war trotz dieser Schwierigkeiten möglich, dieses Kabel innerhalb der vorgeschriebenen Frist zu verlegen und in bester Verfassung dem Besteller zu übergeben.

Abb. 1. Verlegung der Krarupkabel auf der Ofotenbahn (Narvik—Riksgränsen).

Digitized by Google

Schnelltriebwagen für Spanien.

Wie heute viele Bahngesellschaften bestrebt sind, durch den Einsatz von Triebwagen eine Auflockerung und Beschleunigung des Personenverkehrs sowie eine Senkung der Betriebskosten gegenüber dem Dampfbetrieb zu erzielen, so entschlossen sich auch zwei spanische Bahngesellschaften, Schnelltriebwagen mit Dieselmotoren als

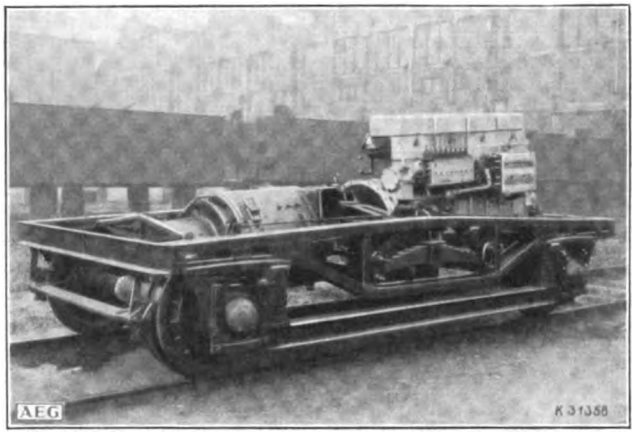


Abb. 1. Maschinendrehgestell eines dieselelektrischen Triebwagens.

Kraftquelle in Dienst zu stellen. Für die Übertragung der Dieselleistung wurde das in der Bedienung besonders einfache und im Betrieb wirtschaftliche elektrische System gewählt, und zwar in der Schaltform der A E G - Vollastschaltung, die es gestattet, den Dieselmotor über den ganzen Arbeitsbereich zu 100 % auszunutzen, so daß weder eine Drückung in der Drehzahl noch in der abgegebenen Leistung eintritt.

Der Dieselmotor von 400 PS Leistung bei 1450 U/min ist mit einem Generator (Nennleistung: 625 V, 250 kW, 1450 U/min, dauernd) gekuppelt, dessen Erregermaschine mit dem Generatoranker auf gleicher Welle sitzt.

Der Maschinensatz ruht auf dem Tragrahmen eines Drehgestells (Abb. 1). Der Generator trägt 2 Erregerwicklungen, von denen die eine unmittelbar an den Klemmen der Erregermaschine liegt, während die andere Wicklung unter Zwischenschaltung einer Batterie von der Erregermaschine gespeist wird. Die Batterie wird hierbei gleichzeitig geladen. Die Erregermaschine besitzt außer dem durch die Batterie gespeisten Hauptfeld zwei vom Generatorstrom durchflossene Wicklungen. Diese beeinflussen die Erregermaschine und dadurch den Generator derart, daß die Stromspannungskurve des Generators eine Hyperbel ergibt, wodurch der Dieselmotor im Hauptarbeitsbereich vollkommen ausgenutzt wird.

Der Generator speist zwei parallel geschaltete Bahnmotoren (Stundenleistung 550 V, 133 kW, 1170 U/min), die als Tatzlagermotoren ausgeführt sind. Der Triebwagen erreicht bei 50 % Feldschwächung der Motoren eine Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h.

Das Einstellen jeder beliebigen Drehzahl des Dieselmotors zwischen Leerlauf und Vollast geschieht pneumatisch durch ein im Führerschalter eingebautes Druckminderventil (Abb. 2 unten), das mit der handbedienten Brennstoffkurbel unmittelbar gekuppelt ist. Der Führer hat es also in der Hand, die Leistungsabgabe beliebig zu bestimmen, ohne sonst irgendwelche Steuergeräte bedienen zu müssen.

Die Schaltung ist so ausgebildet, daß die Triebwagen zugsteuerungsmäßig oder mit einem Steuerwagen zusammen gefahren werden können. Für die elektrische Verbindung der Wagen dient eine 12-polige Kupplung. Der Starkstromkreis ist nicht geerdet, wodurch die Anlage eine doppelte Sicherheit erhält. Das gleiche gilt für den Steuerstromkreis. Der Steuerstrom wird mit Rücksicht auf die Boschanlasser des Dieselmotors einer Batterie mit nur 24 V Spannung entnommen. Zwischen Batterie und Erregermaschine liegt ein Ladeautomat, der die Batterie je nach dem Ladezustand an- oder abschaltet. Die Triebwagen sind mit einer Sicherheitsfahrschaltung ausgerüstet, d. h. wenn der Fahrer die Totmann-Brennstoffkurbel losläßt, wird der Wagen selbsttätig abgebremst.

Die Lüfterschrauben für das Kühlwasser des Dieselmotors werden von zwei 5 PS-Elektromotoren angetrieben, die ihrerseits vom Generatorstrom gespeist werden. Da jedoch die Generatorspannung den Fahrverhältnissen entsprechend stark veränderlich ist, wurde für die Lüftermotoren die Reihen-Parallelschaltung in Abhängigkeit vom Generatorstrom gewählt. Der größte Höhenunterschied im Fahrbereich der Triebwagen beträgt etwa 1400 m. Mit zunehmender Höhenlage nimmt bekanntlich die Dieselleistung ab. Es mußten also für die elektrische Übertragung Vorkehrungen getroffen werden, die den veränderten Verhältnissen Rechnung tragen. Erreicht wird dies durch einen Höhenschalter, der in die Führertischdeckplatte eingelassen ist und je nach der Höhenlage die Generatorerregung durch Vorschalten von Widerstand entsprechend beeinflußt.

Bei den dieselelektrischen Triebwagen der anderen spanischen Bahngesellschaft mit ebenfalls von der A E G gelieferten elektrischen Ausrüstungen wird der Dieselmotor (250 PS, 1200 U/min) durch den Generator (630 V, 158 kW, 1200 U/min, dauernd) angelassen, der für diesen Zweck über eine besondere Anlaßwicklung verfügt. Die Regelung des Dieselmotors geschieht elektropneumatisch durch besondere, elektrisch vom Führerschalter gesteuerte Ventile. Es werden hierbei stets ganz bestimmte Dieseldrehzahlen eingestellt, die Viertel-, Halb-, Dreiviertel- und Vollast entsprechen. Die Bahnmotoren sind bei diesen Triebwagen zum schnelleren Anfahren in Steigungen bis zu 30‰ reihe-parallel geschaltet. Die betriebsmäßige Höchstgeschwindigkeit der Wagen beträgt 100 km/h. Die Bedienung, Schaltung sowie die Sicherheits- und Nebeneinrichtungen sind fast die gleichen wie bei dem oben beschriebenen Triebwagen.

Abb. 2. Führerschalter des dieselelektrischen Triebwagens.

Die spanischen Schnelltriebwagen, die im Laufe des Jahres 1935 ihren Dienst aufnehmen werden, dürften eine neue Entwicklung im Eisenbahnverkehr Spaniens einleiten.

Digitized by Google

Die größte Papierfabrik Chiles und ihre Kraftanlagen.

Die vor etwa 20 Jahren noch verhältnismäßig kleine Papierfabrik, welche seit dem Jahre 1924 den Namen „Compañia Manufacturera de Papeles y Cartones" trägt und als Aktiengesellschaft eingetragen ist, hat in den letzten Jahrzehnten einen so großen Aufschwung erfahren, daß sie in der Lage ist, den größten Teil des Bedarfs an Papier und Karton des Landes, der sich jährlich auf rd. 20 000 t beläuft, zu decken. Dieses Unternehmen wurde im Jahre 1912 von B. Ebbinghaus,

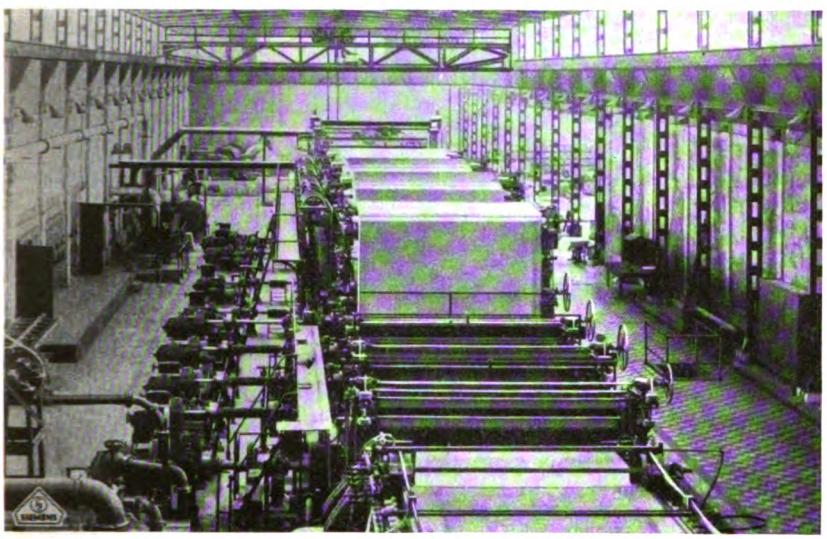


Abb. 1. Papiermaschine mit Siemens-Mehrmotorenantrieb.

einem deutschen Papierfachmann, in Puente Alto gegründet und ist durch seine günstige Lage in unmittelbarer Nähe der Hauptstadt Santiago, mit welcher es durch eine 20 km lange elektrische Bahn verbunden ist, gegenüber allen anderen Unternehmungen des gleichen Industriezweiges im Vorteil.

Die Gesellschaft besaß bereits im Jahre 1926 zwei mittlere Fabriken mit je einer Wasserkraftanlage von 490 bzw. 630 PS. Diese Anlagen wurden in dem genannten Jahre durch eine 3. neue Fabrik für eine Tagesleistung von 18 t zur Herstellung von feinem Schreib- und Druckpapier ergänzt. Außerdem wurde in diesem Jahre in einer der vorhandenen Fabriken noch eine neue Papiermaschine für dünne, glatte Papiere aufgestellt. Dadurch war die Papierfabrik in die Lage versetzt, so gut wie alle Papiersorten mit Ausnahme von Zeitungsdruckpapier herzustellen.

Für die Kraftversorgung der dritten neuen Fabrik wurde 1926 auch eine neue Wasserkraftanlage ausgebaut, wobei die Siemens-Schuckertwerke, Berlin, mit der vollständigen Lieferung beauftragt wurden. Es kamen eine Turbine von 5500 PS Leistung mit direkt gekuppeltem SSW-Generator von 4000 kVA sowie eine große Anzahl Elektromotoren nebst Schaltanlagen zur Aufstellung. Bemerkenswert ist noch die von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin, u. a. zur gleichen Zeit gelieferte Elektro-Dampfkesselanlage von 2000 kW bei 6 kV für den Dampfbedarf der Fabriken.

Im Jahre 1930 wurde die Leistungsfähigkeit des Unternehmens durch die Aufstellung einer weiteren Feinpapiermaschine für eine Produktion von 25 t/je Tag erhöht. Diese Papiermaschine wurde, wie fast alle anderen, von der Maschinenfabrik J. M. Voith-Heidenheim, bezogen und mit einem modernen Mehrmotorenantrieb System Siemens ausgerüstet.

Einige Jahre zuvor war eine Zellulosefabrik für die Verarbeitung von Stroh unter Verwendung von Chlorwasser nach dem Verfahren von De Vains errichtet worden, aber infolge der hohen Herstellungskosten ging die Gesellschaft nach einiger Zeit von diesem Verfahren ab und bezog ihre Zellulose vom Ausland. In neuerer Zeit hat die Gesellschaft die Zelluloseherstellung nach dem Pomilio-Verfahren wieder aufgenommen, wobei in der Hauptsache Chlorgas und kaustische Soda verwendet werden. Dieses Verfahren hat sich durchaus bewährt und ergibt auch eine große Wirtschaftlichkeit. Zur Erzeugung der Chlorgase dienen elektrochemische Bäder, für welche die SSW 2 Umformer von je 500 kW, regelbar von 70 bis 140 V, welche mit je 3000 A arbeiten, lieferten.

Neuerdings wird der für die Fabriken erforderliche Fabrikationsdampf in einer von den SSW gelieferten Dampfzentrale erzeugt. Außer einem Gegendruck-Turbosatz von 1000 kVA wurde als Reserve für die Wasserkraftanlage und für die Zeit der jährlichen Kanalreinigung ein Kondensations-Turbosatz von 3100 kVA nebst 2 Wasserrohrkesseln der Firma Walter & Co., Köln, aufgestellt.

Die Abb. 1 u. 2 geben einen Überblick über einen Teil dieses neuen Werks, und zwar zeigt Abb. 1 die Feinpapiermaschine mit dem Siemens-Mehrmotorenantrieb, während Abb. 2 einen der beiden Turbosätze zeigt.

Durch die in Chile eingeführte Devisenbewirtschaftung wird die Gesellschaft über kurz oder lang wohl dazu übergehen, auch das bisher vom Ausland bezogene Zeitungspapier herzustellen. Von dieser Papiersorte werden zur Zeit jährlich etwa 12 000 bis 35 000 t eingeführt. Die Aufnahme der neuen Fabrikation wird dem Unternehmen keine Schwierigkeiten bereiten, da es in seinen eigenen Anlagen sowohl den erforderlichen Zellstoff als auch Holzschliff herstellt.

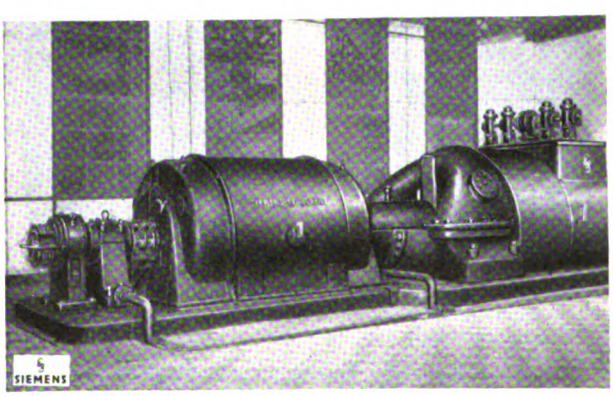


Abb. 2. Siemens-Turbosatz 3100 kVA.

Die Gesellschaft hat bei Erweiterung ihrer Anlage den größten Wert auf die Verwendung der neuesten Errungenschaft der Technik gelegt. Dadurch war es ihr möglich, mit höchster Wirtschaftlichkeit zu arbeiten und das Unternehmen aus kleinen Anfängen heraus zu seiner heutigen Größe zu führen.

Digitized by Google

Elektrische Kohledruck-Spannungsregler.

Die steigende Anwendung von Verstärker- und Senderöhren in der Nachrichtentechnik und auf ähnlichen Gebieten hat das Bedürfnis nach genau arbeitenden, zuverlässigen Spannungsreglern für Generatoren und andere Spannungsquellen außerordentlich erhöht. Die Julius Pintsch AG. in Berlin hat eine Reglertype entwickelt,

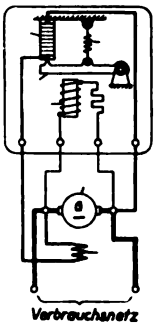


Abb. 1. Regelung einer Generatorspannung.

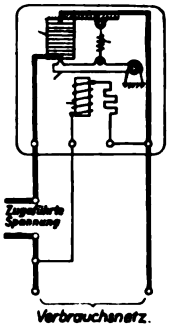


Abb. 2. Regelung einer Netzspannung.

die für alle diese Zwecke besonders gut geeignet ist. Ihre Arbeitsweise beruht auf der auch im Mikrophon ausgenutzten Eigenschaft der Kohle, ihren elektrischen Übergangswiderstand bei wechselndem Berührungsdruck in sehr weiten Grenzen zu ändern. Den Hauptteil des Reglers bildet eine aus dünnen Kohlescheiben aufgeschichtete Säule, die durch eine Feder stark zusammengedrückt und mittels eines durch die zu regelnde Spannung oder den zu regelnden Strom erregten Magnetes mehr oder weniger wieder entlastet wird. Je höher die zu regelnde Größe steigen will, um so stärker wird die Druckentlastung, und um so größer wird der Widerstand der Säule. Diese ist, wie in den Abb. 1 und 2 angedeutet, entweder in den Erregerkreis eines Generators oder als Vorschaltwiderstand in einen Nutzstromkreis eingeschaltet und bewirkt bei einer Abweichung der zu regelnden Spannung oder des zu regelnden Stromes vom Sollwert durch ihre Widerstandsveränderung eine Zurückführung der zu regelnden Größe auf den richtigen Wert.

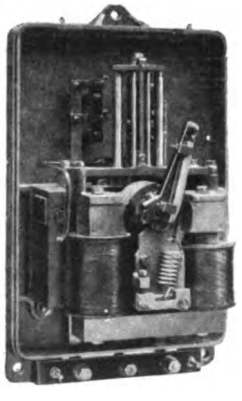


Abb. 3. Spannungsregler mit kleinem Säulenstrom (Anodenspannungsregler).

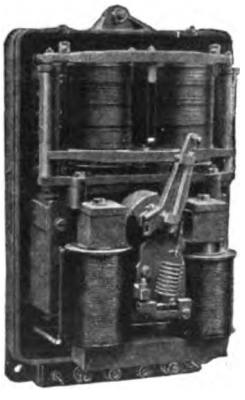


Abb. 4. Spannungsregler mit großem Säulenstrom (Heizspannungsregler).

Der interessanteste Teil der Pintsch-Spannungsregler ist die Vorrichtung, die dazu dient, die inneren Reglerkräfte, nämlich die Magnetkraft, die Federkraft und die Rückdruckkraft der etwas elastischen Kohlesäule über den ganzen Mechanismushub hinweg in astatisches Gleichgewicht zu bringen. Von der erreichten Vollkommenheit dieses Gleichgewichtes hängt bei einem Regler bekanntlich die Arbeitsgenauigkeit ab. Der innere Kräfteausgleich wird durch ein besonders geformtes Leitkurvenstück bewirkt, das am Magnetanker einstellbar befestigt ist, wie in den Reglerabbildungen erkennbar. An dessen äußerem Ende greift ein biegsames dünnes Band an, das die Kraft der Feder auf den Anker überträgt. Dieses Kurvenstück steuert den Abstand der Federkraftachse vom Ankerdrehpunkt so, daß das von der Feder auf den Anker ausgeübte Drehmoment in jeder Ankerstellung mit den durch die Magnetkraft und die Säulenrückdruckkraft hervorgerufenen Drehmomenten im Gleichgewicht ist, sofern die Magneterregung (bzw. die zu regelnde Spannung, von der die Magneterregung abhängt) den richtigen Wert besitzt.

Dank dieser Anordnung und anderer Maßnahmen wird bei den Pintsch-Spannungsreglern, je nach ihrer Ausführung, eine Regelungsgenauigkeit von ± 2 % bis ± 0,5 % erzielt. Die besonders große Einfachheit ihres Aufbaues und ihrer Arbeitsweise und das Fehlen von zu öffnenden und zu schließenden Kontakten bewirken eine außerordentlich hohe und dauernde Betriebsicherheit und vermeiden überdies jegliche Störwirkung bei drahtlosem Empfang. Die Pintsch-Regler haben demgemäß auch eine entsprechend große Verbreitung nach überallhin gefunden. So sind z. B. sämtliche Verstärkerämter der Deutschen Reichspost sowie vieler anderer Länder mit Pintsch-Reglern ausgerüstet, ferner die drahtlosen Sende- und Empfangstationen von zahllosen Schiffen. Auch in den großen deutschen Luftschiffen sind Pintsch-Regler in Verwendung. Der Aufbau eines Anodenspannungsreglers ist aus Abb. 3 ersichtlich und derjenige eines Heizspannungsreglers für 70 A aus Abb. 4. Zu jedem Regler gehört eine, in den Bildern nicht dargestellte Schutzhaube.

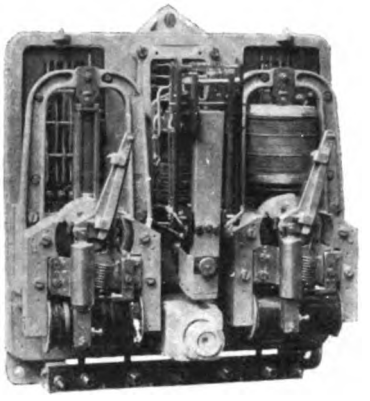


Abb. 5. Reglergerät für elektrische Zugbeleuchtung.

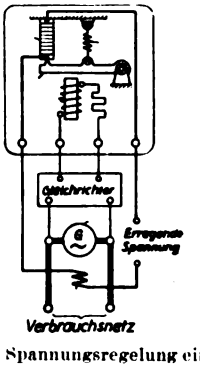


Abb. 6. Spannungsregelung eines Wechselstromgenerators.

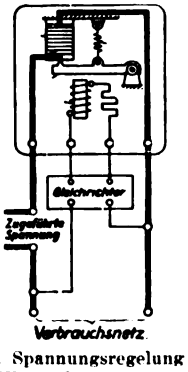


Abb. 7. Spannungsregelung eines Wechselstromnetzes.

Im weiteren sind die Pintsch-Regler bei der elektrischen Zugbeleuchtung der Deutschen Reichsbahn und einer ganzen Reihe von ausländischen Bahnen als Standardsystem eingeführt (Abb. 5); sie dienen ferner bei elektrisch betriebenen Bahnen auch zur Wagenbeleuchtung von der schwankenden Fahrleitungspannung aus. Auch zur Regelung von Steuerkreisspannungen von elektrischen Lokomotiven und Triebwagen haben die Pintsch-Regler im In- und Auslande schon weitgehende Verwendung gefunden. Sie eignen sich überhaupt zur Spannungsregelung von Generatoren aller Art.

Wenn die vom Regler unmittelbar zu steuernde Energie die Leistungsfähigkeit des größten zurzeit verfügbaren Reglermodells übersteigt, so werden mehrere Regler miteinander mechanisch gekuppelt. Auf diese Weise sind schon Netzregler für 360 A Kohlesäulenstrom ausgeführt worden. Auch Wechselspannungen können mit demselben Genauigkeitsgrad geregelt werden wie Gleichspannungen, unter Verwendung eines Gleichrichters für den Reglermagnetstrom, gemäß den Abb. 6 und 7. Sind statt Spannungen Stromstärken zu regeln, so geschieht die Magneterregung unmittelbar durch den zu regelnden Strom selbst oder durch einen Teilstrom hiervon.

Von den Pintsch-Reglern sind bereits über 25 000 Stück geliefert und haben in zum Teil 10jährigem Betrieb ihre außerordentlich hohe Betriebsicherheit und Zuverlässigkeit bewiesen.

Digitized by Google

Der moderne Kopplungskondensator für die drahtgerichtete Hochfrequenztelephonie.

Der aus Hartpapier mit Folieneinlagen nach der Nagelschen Anordnung hergestellte Kondensator zur Ankopplung von Hochfrequenzgeräten an Überlandleitungen wird in neuerer Zeit immer mehr durch den Öl-Kopplungskondensator verdrängt. Die hervorragenden Eigenschaften des Öl-Papier-Dielektrikums[1]) sind aus dem Phasenschieberbau hinreichend bekannt und haben den Anlaß gegeben, den mit diesem Dielektrikum ausgestatteten Kopplungskondensator auch über Deutschlands Grenzen hinaus schnell weiteste Verbreitung finden zu lassen. So soll hier eine Ausführung der Meirowsky & Co. AG., Porz a. Rh., beschrieben werden; derartige Kondensatoren wurden in großer Zahl ins Ausland geliefert.

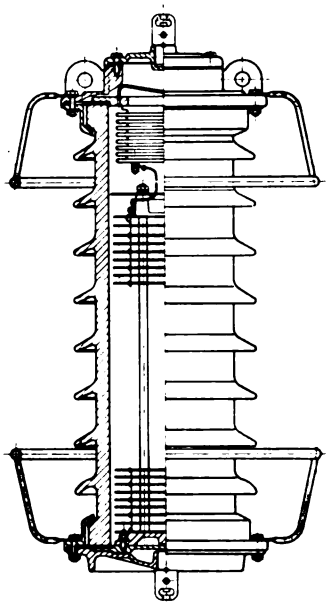


Abb. 1. Kopplungs-Kondensator für drahtgerichtete Hochfrequenztelephonie.

Aus Abb. 1 ist der innere Aufbau eines Kopplungskondensators in Freiluftausführung ersichtlich. Er besteht im wesentlichen aus einer Reihenschaltung einzelner Flachwickelkondensatoren aus dem genannten Dielektrikum, die durch Isolierplatten voneinander getrennt und mit Spannbolzen aus Isolierstoff zusammengepreßt sind. Dieser Wickelstapel ist in einen mit Schirmen versehenen Porzellankörper eingebaut, der an beiden Enden mit metallischen Flanschen, die zugleich die Pole des Kondensators bilden, in kittloser Ausführung ausgerüstet ist. Um schädliche Lufträume zu vermeiden, ist der Kondensator vollständig mit Öl gefüllt, dem durch ein am oberen Flansch eingebautes Ausgleichsgefäß die Möglichkeit gegeben wird, bei Temperaturschwankungen sich auszudehnen und zusammenzuziehen. Dadurch kann der Ölkondensator genau wie der Hartpapierkondensator in jeder beliebigen Lage versandt und eingebaut werden. Neuerdings wird der Kondensator auch mit einer Bodendurchführung geliefert, wodurch er zum Aufstellen auf ein geerdetes Gerüst, Sicherungschrank oder dgl. geeignet ist. Abb. 2 zeigt den neuen Kopplungskondensator in einem Freiluft-Umspannwerk.

Die wegen des äußeren Überschlagsweges geforderte Baulänge gestattet die Reihenschaltung so vieler Einzelwickel, daß die spezifische Beanspruchung des Werkstoffes weit unter der des im Phasenschieberbau verwendeten Dielektrikums liegt. Diese ist so niedrig, daß ein etwaiger äußerer Überschlag keine Gefährdung des Dielektrikums mit sich bringt. Die Verwendung ausgesuchter Rohstoffe und deren sorgfältigste Behandlung unter Vakuum und Wärme ergeben eine in weitesten Grenzen liegende Temperaturunabhängigkeit sowohl hinsichtlich des Verlustfaktors als auch der Kapazität. Beispielsweise schwankt der Verlustfaktor in dem Bereich von — 50 ° bis + 100 ° C zwischen den an und für sich sehr niedrigen Werten von 2 und $4 \cdot 10^{-3}$. Die Kapazitätszunahme hat den Wert von nur

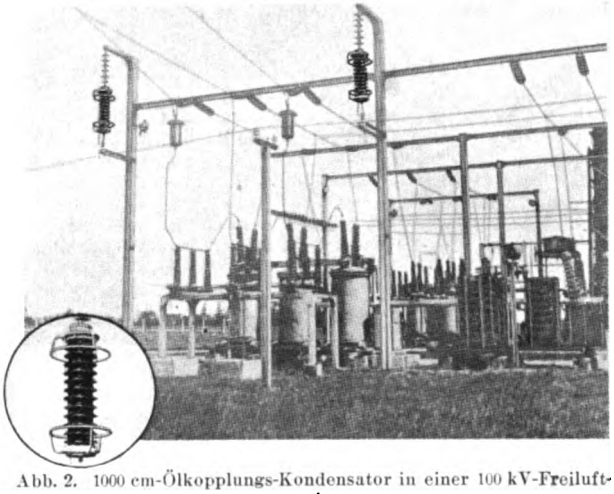


Abb. 2. 1000 cm-Ölkopplungs-Kondensator in einer 100 kV-Freiluftstation.

0,2 % für je 10 ° Temperaturzunahme, wodurch die Abstimmung eines mit einem solchen Kondensator ausgerüsteten Hochfrequenzkreises durch Temperaturschwankungen äußerst wenig beeinflußt wird. Auch die Spannungsabhängigkeit des Verlustfaktors ist in weiten Grenzen konstant. Diese Konstanz erstreckt sich bis zu 40 % über die verkettete Spannung, während der weitere Verlauf der Ionisierungskurve schwach ansteigend ist. Ein im Freiluft-Prüffeld aufgehängter, mit 2½facher Betriebspannung beanspruchter und zugleich zur Prüfung der Dichtigkeit mit seinem 2fachen Gewicht belasteter 100 kV-Kopplungskondensator zeigte nach 1½jähriger Prüfdauer keine Änderung des Verlustfaktors und der Kapazität. Die Prüfung mit Stoßspannung von 800 kV bei 0,2 µs Stirndauer und 50 µs Halbwertdauer ist bei dieser Type ohne weiteres zulässig. Die günstigen elektrischen Eigenschaften des Öl kopplungskondensators gestatten auch im Gegensatz zu den Hartpapierkondensatoren, Typen für 100 und 220 kV selbst bei Kapazitäten von 2000 cm und mehr in einer Einheit herzustellen, worin ein weiterer Grund liegt für die große Verbreitung, die dieser Apparat in der kurzen Zeit seiner Entwicklung gefunden hat.

[1]) R. Guthmann, ETZ 1934, S. 364. — H. Gönningen, ETZ 1934, S. 1021.

Digitized by Google

Brown Boveri-Turbogruppen in der Chemischen Fabrik Beresniki.

Für die Chemische Fabrik Beresniki im Ural wurde die gesamte maschinelle Einrichtung der Krafterzeugungsanlage von Brown Boveri in Mannheim erstellt. Die Zentrale stellt ein kombiniertes Heizkraftwerk dar, das außer der Deckung des elektrischen Bedarfes, Heiznetze verschiedenen Druckes mit Dampf zu versorgen hat. In einer Hochdruckkesselanlage wird Dampf von 60 at abs erzeugt, der den Vorschalt-Gegendruckturbinen mit 56 at abs und 435 ° C am Einlaßventil zur Verfügung steht. Es sind 4 Gegendruckturbinen vorhanden, die den Dampf auf 17,5 at abs entspannen, 3 Gegendruckturbinen mit einer größten Dauerleistung von je 12 800 kW und 1 Gegendruckturbine mit einer größten Dauerleistung von 6400 kW. Im normalen Betriebsfalle steht eine der 12 800 kW-Vorschaltturbinen in Reserve, die 6400 kW-Gegendruckturbine dient als Hausturbine zur Versorgung des Eigenbedarfnetzes. Ein Teil des Abdampfes aus den Vorschaltmaschinen wird in einem getrennt geheizten Zwischenüberhitzer auf 360 ° C zwischenüberhitzt und tritt dann in die 3 Niederdruck-Kondensationsmaschinen von je 12 800 kW Leistung ein. Ein Teil des zwischenüberhitzten Dampfes wird nach der etwa 100 m entfernten Gleichstromzentrale geleitet für den Betrieb von drei 3300 kW Gleichstrom-Entnahmeturbogruppen. Bemerkenswert ist eine zweistufige Dampfumformeranlage in der 100 t Zusatzspeisewasser und 100 t Heizdampf von 7,5 at abs erzeugt werden. Als oberste Heizstufe dient Abdampf aus den Vorschaltturbinen mit 17,5 at abs Druck.

Sämtliche Drehstromsätze sind in einer Zentrale aufgestellt. Eine innere Ansicht dieser Zentrale gibt Abb. 1. Die Vorschaltturbinen und die nachgeschalteten Kondensationsturbinen sind in je einer Reihe hintereinander angeordnet.

Die Einzylinder-Vorschaltturbinen haben ein einkränziges Gleichdruckrad als Regelstufe bis Vollast und einen anschließenden vielstufigen Überdruckteil, der bei Überlast unter Umgehung des Gleichdruckrades unmittelbar beaufschlagt wird. Der Zylinder, der in hochwertigem legiertem Stahlguß ausgeführt ist, ist lediglich waagrecht geteilt und ungefähr in Achshöhe mit vier Tatzen auf die Lagerböcke aufgesetzt.

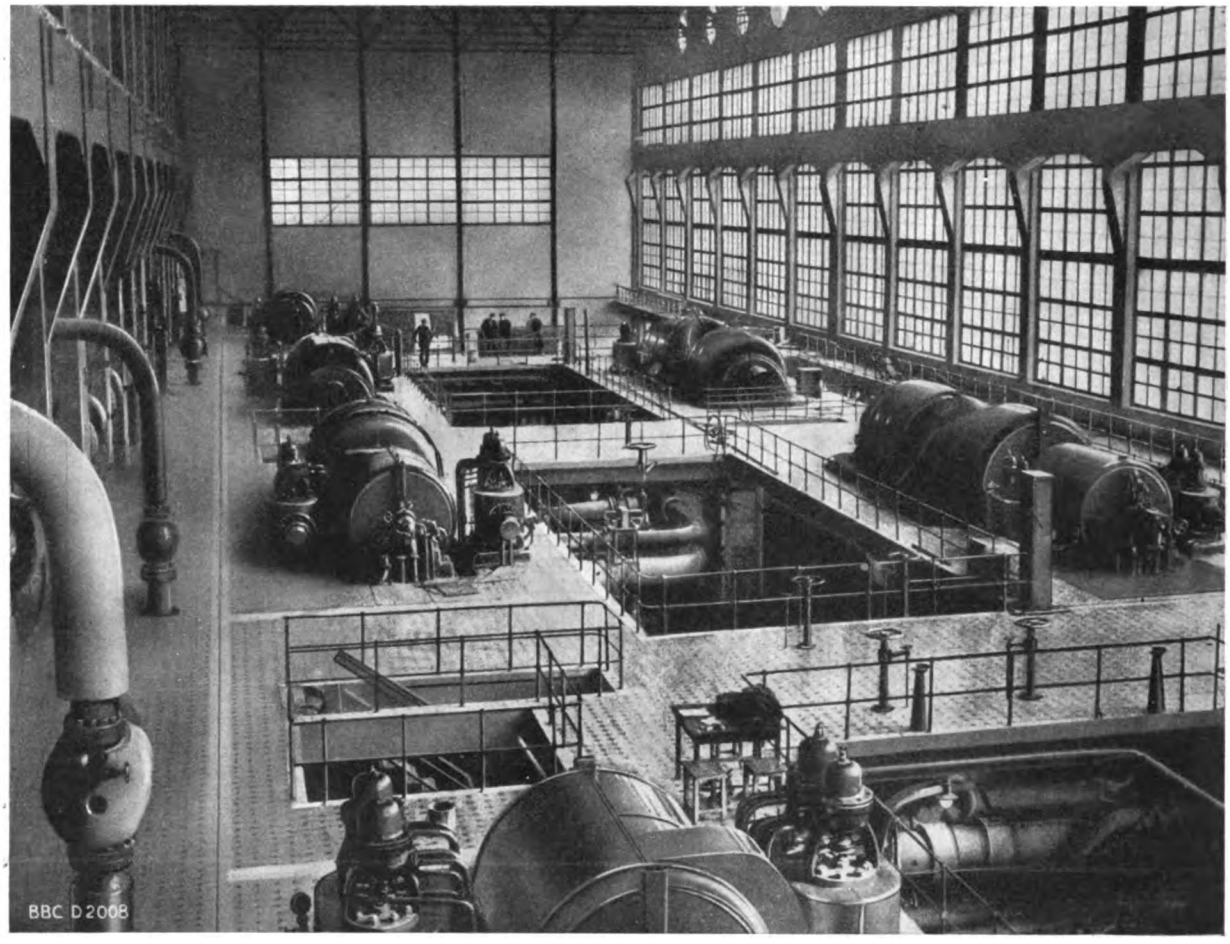


Abb. 1. Innenansicht der Zentrale Beresniki. Gesamtleistung der von BBC gelieferten Turbogruppen 93 100 kW.

Die Kondensationsturbinen sind Zweizylinderturbinen mit einendigem Niederdruckteil. Die Überdruckbeschaufelungsteile der beiden Zylinder sind gegeneinander geschaltet, so daß sich die Axialschübe dieser Beschaufelungen aufheben. Der mittlere Lagerbock mit dem Kammlager bildet den Festpunkt für die gesamte Turbine, von dem aus sich die Wellen und die Zylinder gleichsinnig ausdehnen.

Die Anlage arbeitet seit mehreren Jahren zur vollsten Zufriedenheit und hat die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt.

Digitized by Google

Deutsche Dieselmotoren für elektrische Kraftwerke im Ausland.

Während früher für den Antrieb von elektrischen Maschinen neben der Wasserkraft fast nur Dampfmaschinen und Dampfturbinen verwendet wurden, ist seit vielen Jahren auch der Dieselmotor in das Gebiet der Krafterzeugung mit großem Erfolg eingedrungen. Für seine Wirtschaftlichkeit ist allerdings das Preisverhältnis zwischen Treiböl und Kohle ausschlaggebend. In einzelnen Ländern ist dieses so günstig, daß bei der Wahl der Antriebsmaschinen der Dieselmotor die wirtschaftlichste Lösung darstellt, ja in einigen Ländern und unter besonderen Verhältnissen, z. B. in wasserarmen Gegenden, ist er die einzig mögliche Kraftmaschine.

Abb. 1. Blick in die Motorenhalle des Kraftwerkes „Maria Elena" (1250 m ü. d. M.) des Salpeterwerkes Tocopilla (Chile). Die Maschinenanlage besteht aus 9 MAN-Dieselmotoren von zusammen 21 700 PSe.

Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (MAN, Werk Augsburg) hat bei der Entwicklung des Dieselmotors Pionierarbeit geleistet und hat nach allen Teilen der Welt Dieselmotoren für die verschiedensten Zwecke geliefert.

So z. B. lieferte die MAN für die beiden elektrisch gekuppelten Kraftwerke „Maria Elena" (Abb. 1) bei Tocopilla und „Pedro de Valdivia" (Abb. 2) (Lautaro) in Chile, deren Stromlieferung zum Betrieb von Salpeterwerken dient, die Dieselmotoren, während die damit gekuppelten Drehstromgeneratoren von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft (AEG), Berlin, gestellt wurden. Das Kraftwerk „Maria Elena" liegt 1250 m über dem Meeresspiegel und hat 7 einfachwirkende Viertakt-Dieselmotoren mit 6 Zylindern von je 1500 PSe bei 164 U/min, zusammen 10 500 PSe; die Leistung der Drehstromgeneratoren beträgt je 1000 kW. Ferner sind noch installiert: 2 doppeltwirkende Zweitakt-Dieselmotoren mit 7 Zylindern von je 5600 PSe Bruttoleistung bei 164 U/min, zusammen 11 200 PSe. Die zugehörigen Drehstromgeneratoren haben je 3500 kW. Das Kraftwerk „Pedro de Valdivia", das 1500 m über dem Meeresspiegel liegt, hat 5 doppeltwirkende Zweitakt-Dieselmotoren mit 7 Zylindern von je 4700 PSe Nettoleistung bei 164 U/min, also zusammen 23 000 PSe, wobei die direkt gekuppelten Drehstromgeneratoren zu je 3500 kW ausgelegt sind. Somit beträgt die Gesamtleistung der in beiden Zentralen aufgestellten 14 Dieselmotoren 44 700 PSe. Die zwei doppeltwirkenden Zweitakt-Dieselmotoren des Kraftwerkes „Maria Elena" haben elektrisch angetriebene Turbogebläse, die fünf Maschinen des Kraftwerkes „Pedro de Valdivia" direkt angetriebene Kolbenspülgebläse. Alle 7 Zweitaktmaschinen arbeiten nach dem bekannten Umkehr-Schlitzspülverfahren der MAN Augsburg. Sämtliche 14 Maschinen sind mit Luftkompressoren zum Einblasen des Brennstoffes (Kalifornisches Kesselheizöl) und mit Zündölpumpen für peruvianisches Rohöl zum sicheren Zünden des schweren Treiböls beim Anlassen und bei Teilbelastungen ausgestattet. Die beiden Anlagen arbeiten schon seit einer Reihe von

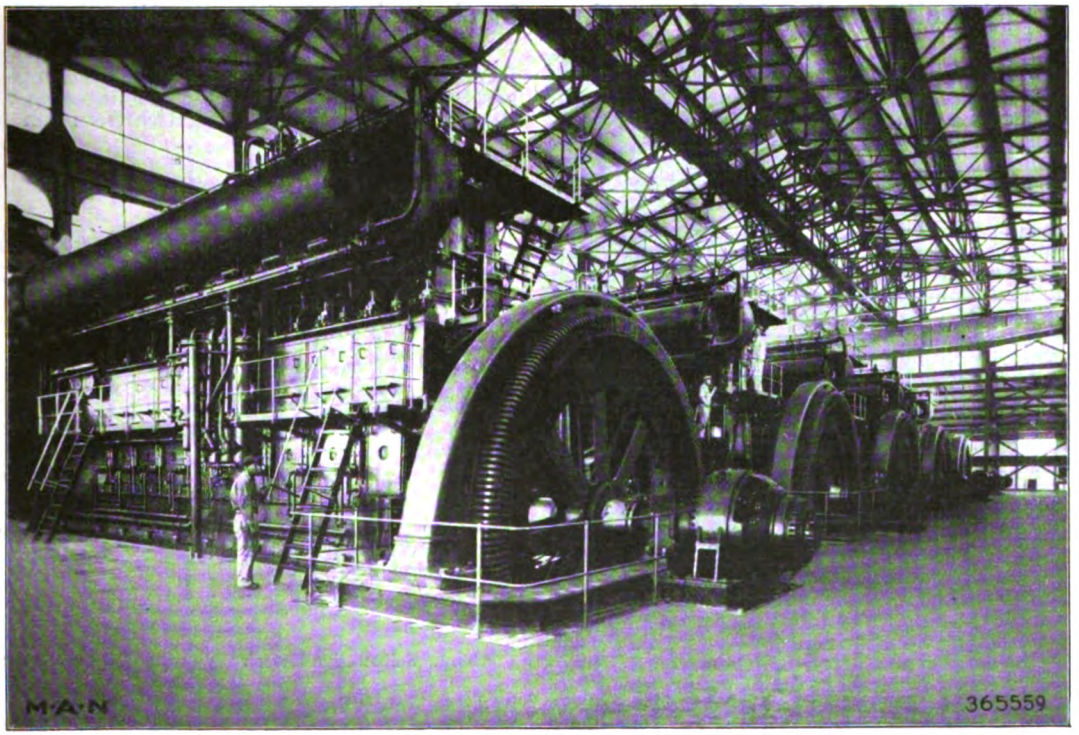


Abb. 2. Kraftwerk „Pedro de Valdivia" Chile (1500 m ü. d. M.) mit 5 MAN-Dieselmotoren von zusammen 23 000 PSe.

Digitized by Google

Jahren zur größten Zufriedenheit. Die Maschinen laufen Tag und Nacht mit Ausnahme von kurzen wöchentlichen Betriebspausen, welche zum Nachsehen und zur üblichen Reinigung verwendet werden.

Für den Groß-Rundfunksender Nanking in China, der am 12. XI. 1932 feierlich in Betrieb genommen wurde, lieferte die MAN einen Viertakt-Siebenzylinder-Dieselmotor von 600 PSe als eigene Antriebsquelle. Durch die Aufstellung dieser Groß-Rundfunkanlage ist China in den Besitz eines ebenso kräftigen, wie modernen Senders gekommen, denn es gab bis dahin nur kleinere Sendeanlagen bis 2 kW. Der Nankinger Sender ist ein von Telefunken, Berlin, gelieferter quarzgesteuerter siebenstufiger Röhrensender mit einer modulierten Antennenstrahlungsleistung von 75 kW bei 70 %iger Umsteuerung. Seine Betriebswelle beträgt 440 m.

Der mit luftloser Brennstoffeinspritzung versehene Dieselmotor ist direkt mit einem von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin, gelieferten Drehstromgenerator gekuppelt. Der Motor ist von der bekannten MAN-Bauart. In China selbst wie auch in den meisten anderen überseeischen Ländern der Erde läuft eine große Anzahl dieser Motoren zur größten Zufriedenheit der Besitzer. Der Motor zeigt die bekannte Zugankerkonstruktion der MAN. Bei dieser werden die durch die Verdichtung und Verbrennung hervorgerufenen Zugkräfte von unter Vorspannung eingesetzten Stahlankern aufgenommen. Die Gußteile der Maschine, also Ständer und Zylinderblock, sind von allen Zugkräften entlastet, was eine nicht zu schwere und doch sehr stabile Bauart ergibt. Die ebenfalls von Deutschland gelieferte Antennenanlage besteht aus zwei freistehenden, 120 m hohen Masten mit einer 5drähtigen T-Antenne. Der Abstand der Maste beträgt etwa 250 m. Der Rundfunksender kann mit Hilfe eines Zusatzgerätes auch als Telegraphiesender benutzt werden.

Bei der Errichtung eines Kraftwerkes Ankara in der Türkei entschied man sich mit Rücksicht auf den Wärmepreis und die besondere Eigenart der Stromabgabe (Stromabgabe lediglich für Beleuchtung und für Kleingewerbezwecke) für Dieselmotorenantrieb. Die von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, gelieferten Generatoren — die AEG stellte als Generalunternehmer den gesamten elektrischen Teil — werden von zwei Dieselmotoren zu je 650 PSe bei 215 U/min und drei Dieselmotoren zu je 1450 PSe bei 187 U/min angetrieben.

Wenn bei der Anlage in der Türkei besondere Bedingungen bei der Aufstellung der Anlage zu berücksichtigen waren, so gilt dies in noch viel größerem Maße für die Dieselkraftanlage in Keetmanshoop in Deutsch-Südwestafrika. Schwierige Verkehrs- und Betriebsbedingungen, Wassermangel, Witterungseinflüsse, ungeschultes Personal usw. waren bei der Planung insbesondere in Rechnung zu stellen. Die Anlage umfaßt 3 Viertakt-Dieselsätze, 2 Dieselmotoren mit einer Tropenleistung von 80 PSe bei 450 U/min und 1 Dieselmotor mit einer Tropenleistung von 150 PSe bei 375 U/min. Diese 3 Maschinen sind mit 3 Gleichstrom-Dynamomaschinen, und zwar mit einer von 100 kW und 2 kleineren von je 40 kW, gekuppelt. Diese sowie die Ladeumformer, Schalttafeln, das Verteilungsnetz, 2 selbsttätige Pumpstationen, die Hausinstallationen lieferten die Siemens-Schuckertwerke, Berlin, als Generalunternehmerin, während die aus 250 Zellen mit einer Kapazität von 180 Ah bestehende Batterie von der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft, Berlin, gestellt wurde.

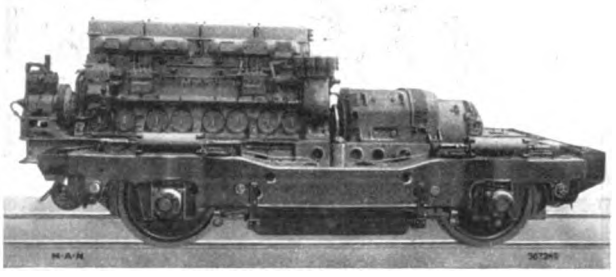


Abb. 3. Maschinen-Drehgestell mit 250/290 PSe-MAN-Dieselmotor und Stromerzeuger für diesel-elektrischen Triebwagen der Compagnie des Chemins de fer du Nord, Paris.

Auch für andere Zwecke haben sich M.A.N.-Motoren als geeignet erwiesen und bewährt; so z. B. für den Antrieb einer Erzverladeanlage in Rotterdam und für den dieselelektrischen Triebwagen einer französischen Eisenbahngesellschaft (Abb. 3). Im letzteren Fall kam ein Dieselmotor für 250 PSe zur Verwendung.

Im sowjetrussischen Dieselmotoren-Wettbewerb hat kürzlich das Preisgericht im Gesamtergebnis den 1. Preis der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (MAN) zugesprochen.

Neuzeitliche Betriebsüberwachung in einem japanischen Kraftwerk.

Im Kraftwerk Maeda der japanischen Stadt Schimonoseki wurde für die Kessel und Turbinen eine umfangreiche Siemens-Regel- und Überwachungsanlage eingebaut. Von der Anlage liegen interessante Betriebsergebnisse vor, die vor allem die Steigerung des Wirkungsgrades sowie die verbesserte Feuerführung nach Einbau der Regelung zeigen.

Veranlassung zum Einbau der Meß- und Regelungsanlage war die Erweiterung des Kraftwerkes durch eine 12 500 kW-Turbine, die ihren Dampf von drei Babcock & Wilcox-Kesseln mit Zonenwanderrostfeuerung erhält. Diese Kessel haben eine Heizfläche von je 752,5 m² und liefern stündlich je 34 t Dampf von 440 ° C und 38,7 at. Die Leistung kann für vier Stunden auf rund 39 t gesteigert werden. Entsprechend der Belastung werden die Rostgeschwindigkeit, die Verbrennungsluft und der Unterwind selbsttätig gesteuert nach einem elektrischen Regelverfahren, dessen Grundzüge für einen Wanderrostkessel aus Abb. 1 zu ersehen sind.

Als Belastungsgeber dient der sogenannte Hauptregler, ein hochempfindliches Kolbenmanometer, das an die Dampfsammelleitung angeschlossen ist. Das Kolbenmanometer ist mit zwei Ringrohrwiderständen gekuppelt, die in zwei Wheatstoneschen Brücken — der Brennstoff- und Luftbrücke — liegen. In den Brücken wird die Last einmal gegen die Brennstoffmenge und ein anderes Mal gegen die Luftmenge elektrisch ausgewogen. Zu diesem Zweck liegen in den benachbarten Brückenzweigen Ringrohrwiderstände, die, von einem Tachometer am Rostantrieb und einem Differenzzugmesser eingestellt, ein Maß der jeweiligen Brennstoff- bzw. Luftmenge darstellen. Sind Brennstoff- und Luftmenge noch nicht auf die geforderte Last abgestimmt, so ist das Brückengleichgewicht gestört, und ein in der Diagonale liegendes Steuerrelais steuert in veränderbaren Regelschritten den Rostantrieb

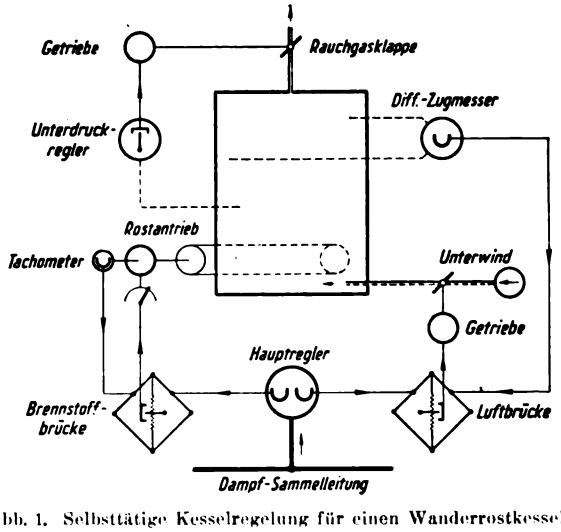


Abb. 1. Selbsttätige Kesselregelung für einen Wanderrostkessel.

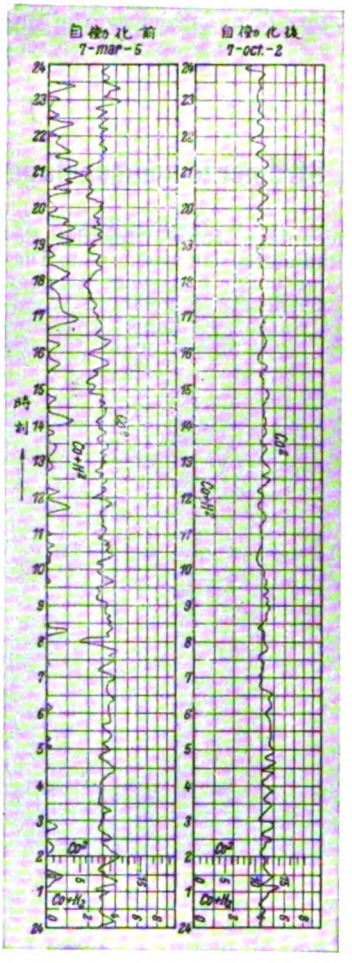
und das Unterwindgebläse auf die neuen Verhältnisse. Ein weiterer Widerstand in der Kohlebrücke, der in der Abb. 1 der Übersichtlichkeit wegen fortgelassen wurde,

Digitized by Google

Abb. 2. Regel- und Überwachungstafel im EW. Maeda (Schimonoseki in Japan).

gestattet eine Änderung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses, so daß auch eine wirtschaftliche Verbrennung bei Wechsel des Brennstoffes gesichert ist. Der Widerstand kann von Hand oder auch selbsttätig von einem Rauchgasprüfer eingestellt werden. Die Brücke gibt ferner die Möglichkeit, den vom Hauptregler entsprechend den Lastschwankungen eingestellten Ringrohrwiderstand wahlweise durch einen solchen zu ersetzen, der von Hand auf eine feste Last eingestellt wird. In diesem Fall wird dann der Kessel auf die für diese Last gegebenen günstigsten Verhältnisse selbsttätig gesteuert. Parallel zu dem bisher beschriebenen Regelungsvorgang arbeitet ein einstellbarer Unterdruckregler, der den Unterdruck im Feuerraum regelt. Zu den Vorzügen des elektrischen Regelverfahrens — leichtes Verlegen der Leitungen, einfache Ausnutzung vorhandener Antriebe, einfaches Übergehen von selbsttätiger Betriebsweise auf Fernsteuerung von Hand und umgekehrt, Anpassung an die Trägheit der Kesselanlage — tritt ein weiterer Vorteil, der darin besteht, daß die Regelung mit den sonst noch zur Überwachung von Kessel und Feuerung notwendigen Meßgeräten, bei denen sich elektrische Meßverfahren seit Jahren glänzend bewährt haben, zu einer übersichtlichen Meß- und Regelanlage verknüpft werden kann.

Mit Rücksicht auf die räumlichen Verhältnisse wurde in der vorliegenden Anlage nur eine vierfeldrige Überwachungstafel für die drei Kessel aufgestellt, Abb. 2. Das äußerste linke Feld trägt den Hauptregler und die 6 Steuerrelais, während je ein Feld der folgenden einem Kessel zugeordnet ist. Jedes dieser Tafelfelder enthält je einen Druckmesser und einen Dampfmesser mit großer, weithin sichtbarer Skala. Die Dampfmesser sind mit mechanischem Zählwerk ausgerüstet, so daß man die Dampferzeugung sehr einfach fortlaufend verfolgen kann. Außerdem wird die Dampferzeugung noch mittels eines Schreibgerätes aufgezeichnet. Die übrigen zur Beurteilung des Kessels und seiner Feuerung notwendigen Meßgrößen werden an zwei Vierfach-Rahmen-Profilinstrumenten angezeigt und mit je zwei Mehrfarbenschreibern aufgezeichnet. Schließlich enthält jede Tafel noch neben den notwendigen Schaltern und Regelhandgriffen zwei Fallbügelinstrumente, die den CO_2- und $CO + H_2$-Gehalt der Abgase bei der selbsttätigen Regelung zu berücksichtigen ermöglichen.

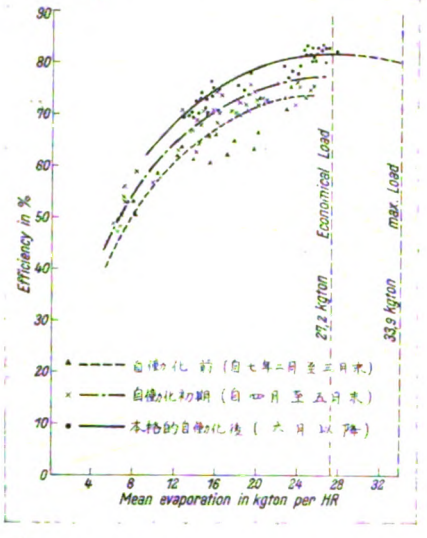


links: vor Einschalten der Regelung
rechts: nach Einschalten der Regelung

Abb. 4. Kurven des CO_2- und des $CO + H_2$-Gehaltes (nach in Japan aufgenommenen Diagrammstreifen).

Die Brennstoffzufuhr wird durch die Drehzahl der Antriebsmotoren für den Wanderrost geregelt. Die Verbrennungsluft wird auf zwei sich gegenseitig ergänzende Arten reguliert, nämlich durch die Drehzahlregelung der beiden Saugzug-Ventilatoren sowie durch zwei Rauchgasklappen. Der Unterwind wird in ähnlicher Weise durch Drehzahlregelung und durch Klappenverstellung geregelt.

Abb. 3 und 4 zeigen die Auswirkung der Kesselregelung sowie je einen Diagrammstreifen, der vor und nach der Einführung der Kesselregelung aufgenommen wurde. Nachdem die selbsttätige Betriebsweise eingeführt war, trat eine wesentliche Steigerung des Wirkungsgrades ein. Das Diagramm läßt erkennen, daß sich gleichzeitig die Verbrennungsverhältnisse wesentlich verbesserten. Der Gehalt an unverbrannten Bestandteilen im Rauchgas, der vorher oft sprunghaft anstieg, war bei selbsttätiger Betriebsweise beseitigt. Der CO_2-Gehalt der Abgase stieg und wies einen erheblich gleichmäßigeren Verlauf um seinen Mittelwert auf.



▲ – – – – – vor dem Einschalten der selbsttätigen Regelung
× — · — · — bei Beginn des Betriebes mit selbsttätiger Regelung
● ——— bei Dauerbetrieb mit selbsttätiger Regelung

Die gestrichelten senkrechten Linien zeigen die wirtschaftliche Belastung (27,2 t) und die Höchstbelastung (33,9 t).

Abb. 3. Wirkungsgrad (in Prozent) in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Verdampfung in t/h (nach einem in Japan aufgenommenen Original).

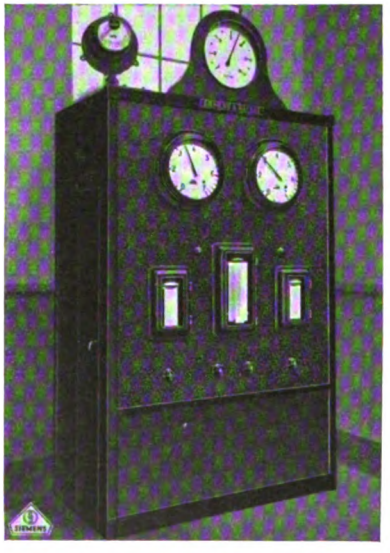


Abb. 5. Turbinentafel im EW. Maeda.

Zur Überwachung der Turbine wurde die in Abb. 5 gezeigte Tafel aufgestellt, an der alle wichtigen Meßwerte angezeigt werden. Den Dampfdruck vor der Turbine gibt ein weithin sichtbarer, in einem Aufsatz über der eigentlichen Tafel angebrachter Druckmesser an. Der in der Mitte der Tafel befindliche Sechsfarbenschreiber zeichnet die Dampfmenge, die Dampftemperatur und den Dampfdruck

Digitized by Google

auf. Die beiden großen Rundinstrumente mit mechanischem Zählwerk und Ringrohr zeigen den Dampfverbrauch der Turbine und die Kondensatmenge an. Von den beiden äußeren Fallbügelschreibern wird das Vakuum und die Kondensatmenge aufgezeichnet. Schließlich ist an der Tafel noch ein Mega-Wattmeter angebracht, das die elektrische Leistung des Generators dem Turbinenwärter angibt.

Mit den in der vorliegenden Anlage angewendeten Meß- und Regelgeräten sind bei den verschiedensten Kesseln die besten Erfahrungen gemacht worden. Insbesondere sei darauf hingewiesen, daß das elektrische Regelverfahren sehr einfach allen Feuerungsarten angepaßt werden kann. So wurden z. B. Kohlenstaubkessel, Muldenrostfeuerungen sowie Kessel mit Wanderrost- und Gasfeuerung mit bestem Erfolg selbsttätig gesteuert.

Die Stromerzeugungsanlage des Funksenders Luxemburg.

Zur Speisung der Sendeanlage Junglinster der Société Luxembourgeoise de Radiodiffusion wurde eine Dieselkraftanlage erstellt, bei der außer den sonst üblichen Gesichtspunkten durch den Sendebetrieb gestellte besondere Forderungen zu erfüllen waren. Es kamen zwei Maschinensätze zur Aufstellung, von denen jeder für die

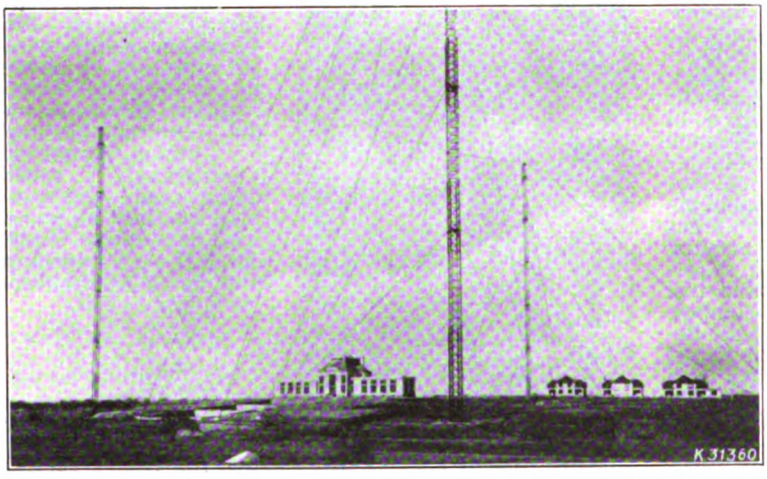


Abb. 1. Sendergebäude und Antennen-Anlage.

Speisung des mit 200 kW Antennenleistung arbeitenden Senders ausreicht. Die von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft gelieferten 2 Drehstrom-Generatoren mit Außenpolläufern mit einer Leistung von je 665 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}8$ und 380 V, 50 Hz sind gekuppelt mit 8-Zylinder-4-Takt-Dieselmotoren der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg für je 790 PS bei 300 U/min.

Die Belastung der Generatoren ist Schwankungen unterworfen, die durch den Modulationsgrad des Senders verursacht werden. Die Leistung schwankt bis zu 20mal in der Sekunde zwischen 420 und 510 kW bei einem Leistungsfaktor von etwa 0,9 nacheilend. Die Einwirkungen dieser rasch verlaufenden Laständerungen auf die Frequenz und die Spannung mußten in möglichst kleinen Grenzen gehalten werden. Die Frequenzänderungen konnten auf einfache Weise durch Wahl eines ausreichend großen Schwungmomentes genügend klein gemacht werden. Für die Spannungsschwankungen wurde eine größte Änderung von 3,5 % vorgeschrieben. Diese Forderung konnte bei normaler Auslegung der Generatoren mit den im Kraftwerksbetrieb üblichen Einrichtungen für die selbsttätige Spannungsregelung nicht erfüllt werden. Die gebräuchlichen Spannungsschnellregler bewirken zwar in einer von der magnetischen Trägheit der Maschine abhängigen kurzen Zeitspanne eine Regelung auf den Spannungssollwert, sie können aber nicht die im Augenblick der Laständerung auftretende Spannungsänderung sofort im Entstehen innerhalb des hier zulässigen Wertes halten. Es mußten daher die elektrischen Verhältnisse der Generatoren so gewählt werden, daß die Spannungsänderung auch vor dem Wirksamwerden des Schnellreglereingriffes das zulässige Maß von 3,5 % nicht überschreitet. Hierzu wurde die wirksame Eisenbreite des Ständerblechpaketes von dem sonst ausreichenden Maß von 300 mm auf 400 mm erhöht. Die Wirkung dieser Verbreiterung um 33⅓ % wurde unterstützt durch einen reichlich bemessenen Luftspalt und eine sehr wirksame in die Erregerpole eingebaute Dämpferwicklung.

Für die Dieselmotoren war ein Ungleichförmigkeitsgrad von 1 : 400 verlangt, der mit einem Schwungmoment von 27,2 tm² erreicht werden konnte. Die Unterbringung der hierfür erforderlichen Schwungmasse ließ in Verbindung mit dem Wunsche nach möglichst hohen Wirkungsgraden die von der AEG in vielen Fällen mit bestem Erfolg angewandte Generatorbauform mit Außenpolläufer besonders geeignet erscheinen. Generatoren in der meist gebräuchlichen Ausführung mit Innenpolläufer hätten bei Anordnung eines Zusatzschwungrades bei gleichem Materialaufwand einen größeren Außendurchmesser ergeben. Außerdem wären zur Erzielung gleich guter Wirkungsgrade verteuernde Maßnahmen erforderlich geworden.

Im Vergleich mit einer Maschine gleicher Leistung mit Innenpolläufer und gleichem Durchmesser der den Polen zugewendeten Seite des Ständerblechpaketes ergibt die nach innen gerichtete Ständerwicklung eine kleinere mittlere Spulenlänge und eine geringere Ausladung der Spulenköpfe. Es besitzt daher die Maschine mit Außenpolläufer kleinere Ständer-Kupferverluste und geringere Spulenkopfstreuung als der Generator mit Innenpolläufer. Der Erregerbedarf der Außenpolmaschine wird hierdurch verkleinert, er beträgt nur etwa 75 % der Erregerleistung der Vergleichsmaschine mit Innenpolläufer. Insgesamt liegen die Verluste der Außenpolläufer infolge der vorerwähnten Umstände um 1 ··· 1½ % niedriger. Da bei dieser Bauform der Abstand der Erregerpole größer ist, läßt sich mehr Erregerkupfer unterbringen als beim Innenpolläufer, der in dieser Hinsicht nur beschränkte Möglichkeiten bietet. Durch den Mehraufwand an Erregerkupfer werden dessen Verluste und damit die Gesamtverluste stark herabgesetzt. Gegenüber der Innenpolmaschine ergibt sich so eine Wirkungsgradverbesserung von 3 ··· 4 %.

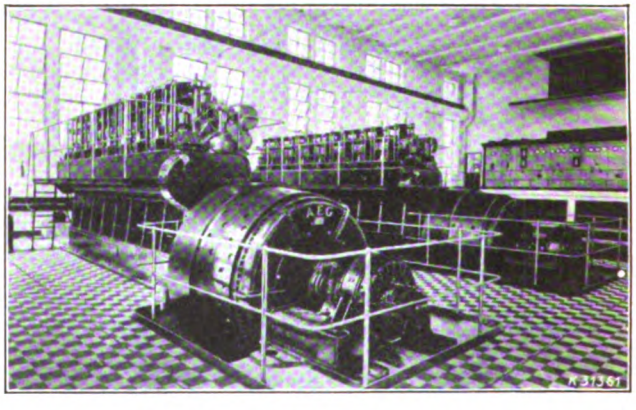


Abb. 2. Maschinenraum im Sendergebäude.

Die für den Ständer gewählte Zweischicht-Formspulenwicklung, die in offenen Nuten untergebracht ist, ergibt günstige Verhältnisse für Nutenzahl, Wickelschritt und Leiteranordnung und damit eine gute Spannungskurve, deren Abweichungen von der Sinusform bei den gelieferten Generatoren mit 3 % festgestellt wurde.

Digitized by Google

Die Maschinenanlage ist im Sendergebäude untergebracht, das mit der von Telefunken gelieferten Antennenanlage auf Abb. 1 zu sehen ist. Abb. 2 mit der Ansicht der Maschinensätze läßt die gefällige äußere Form der Generatoren gut erkennen. Im Hintergrund ist die Generatorenschalttafel sichtbar. Die Maschinenschaltanlage enthält die für Drehstrom-Generatoren üblichen Apparate und Instrumente. Für jeden Generator ist ein Spannungsschnellregler zur Ausregelung der sich über längere Zeiträume erstreckenden Änderungen vorgesehen. Die hierfür von der AEG gelieferten Tirrill-Schnellregler sind hinter der Schaltwand eingebaut und von dem rückseitigen Bedienungsgang aus leicht zugänglich. — Drehstrom-Generatoren mit Außenpolläufern für Dieselmaschinenantrieb, die nach ähnlichen Gesichtspunkten ausgelegt sind, wurden inzwischen für eine Reihe weiterer Sendeanlagen zur Aufstellung gebracht; sie haben den gestellten Forderungen in jeder Hinsicht entsprochen.

Kühlautomaten und Kühlanlagen.

Die Lücke zwischen dem Arbeitsbereich der kleinen Haushalt-Kältemaschine und dem großen Eiserzeuger für täglich mehrere Tonnen Eis füllt die Kleinkältemaschine aus, deren Leistungen etwa zwischen 500 und 10 000 cal/h liegen; ihr Anwendungsgebiet ist sehr groß.

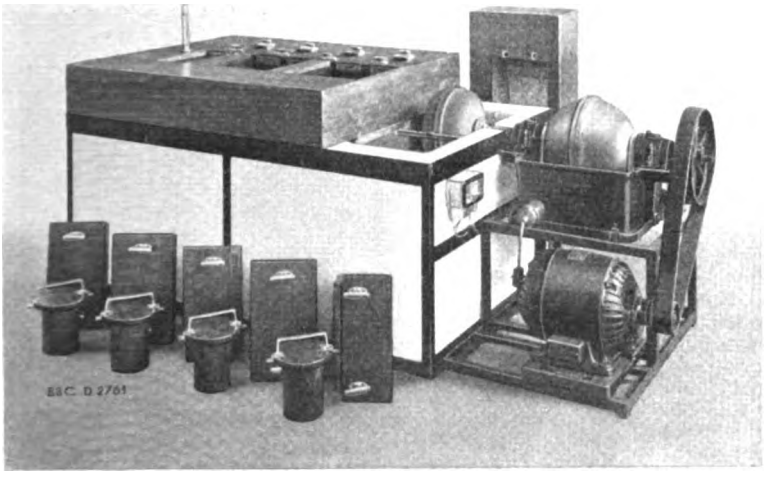


Abb. 1. Lymphekühlschrank mit A-S-Kühlautomat.

Eine besondere Stellung nimmt der A-S-Kühlautomat[1]) von Brown, Boveri & Cie., Mannheim, ein; er befreit seinen Besitzer von der Verpflichtung, sich um den Betriebszustand von Gasleitungen zwischen dem Kältekompressor und den daran angeschlossenen Verdampfern und um ihre richtige Füllung mit Kältemittel und Schmieröl kümmern zu müssen, da beim A-S-Kühlautomaten Kompressor, Verdampfer und Kondensator in Form einer großen Hantel zu einer Einheit zusammengebaut sind. Die Maschine wird in der Fabrik mit Kältemittel und Schmieröl gefüllt und hermetisch verschlossen, so daß sie den Weg in die entlegensten Teile der Welt vollständig betriebsfertig antreten und von jedem Installateur, der in der Lage ist, Rohre zu verlegen, aufgestellt werden kann. Die Betriebsverhältnisse in Ländern bzw. an Aufstellungsorten, wo erfahrenes Betriebspersonal nicht zur Verfügung steht, verlangen eine einfache, durchaus betriebssichere Kältemaschine, die keiner Aufsicht, keiner regelmäßig wiederkehrenden Nachfüllung von Kältemittel und Schmieröl bedarf, und vor allem gegen Zerknallgefahr und Gasaustritte unbedingt gesichert ist. Aber auch Betriebe, deren Betriebspersonal bereits mit anderen Maschinenüberwachungen belastet ist, verlangen heute nach einer solchen Kältemaschine; es sind dies die Krankenhäuser, Gaststätten, Industrieanlagen, Schiffe u. dgl.

Der A-S-Kühlautomat besteht aus dem betriebsbereiten Rotor, der in Lagern, die seitlich an einem Kühlwasserbehälter angebracht sind, läuft. Die den Kompressor einschließende Kondensatorkugel taucht in das Kühlwasser, und der Wärmedurchgang wird durch Drehbewegung und die somit lebhafte Wasserbewegung sehr groß; ebenso liegen die Verhältnisse an der Verdampferkugel, die im isolierten Solebehälter umläuft, so daß mit kleinen Kondensator- und Verdampferoberflächen ein außerordentlich günstiges Ergebnis erreicht wird.

In der abnehmbaren Haube des Solebehälters befindet sich ein selbsttätiger Soleförderer, so daß im allgemeinen eine besondere Pumpe für den Soleumlauf nicht erforderlich ist. Die Sole fließt durch an den Solebehälter angeschlossene Leitungen zum Kühlsystem und zurück (Abb. 1).

Zur Eiserzeugung wird der Solebehälter verlängert und für die Aufnahme von Eiszellen eingerichtet. Verdampferschlangen werden natürlich nicht benötigt, und das sonst bei Anlagen mit unmittelbarer Verdampfung notwendige Solerührwerk wird durch ein vereinfachtes Umlaufverfahren ohne weiteren Arbeitsaufwand ersetzt. Der kleinste A-S-Kühlautomat liefert in 24 Betriebstunden etwa 120 kg Blockeis, der größte etwa 1500 kg.

Den Hauptbedarf an Kleinkühlanlagen weist auch im Auslande das Metzgereigewerbe (Schlachthöfe) auf. Eine wichtige Aufgabe hat die Kühlanlage an Orten zu erfüllen, wo kein Vieh gehalten werden kann und das Fleisch in gefrorenem Zustande eingeführt werden muß. Eine solche Anlage wurde von Brown, Boveri in Burutu im Nigerdelta gebaut. Sie besteht aus drei Räumen: dem Gefrierraum für — 10 ° C, dem Auftauraum für + 4 ° C und einem Vorraum; sie dient auch zur Herstellung von Blockeis. Die Maschine hat eine Leistung von etwa 500 kg Blockeis täglich. Der Hafen wurde früher von wenigen Trampdampfern angelaufen, bemerkenswerterweise steigerte sich die Zahl der anlegenden Schiffe, als die Möglichkeit des Eisbezuges bekannt wurde.

Natürlich benötigen auch die großen Hotels in den Tropenländern ähnliche Anlagen, jedoch entsprechend der Verschiedenheit der Kühlgüter, die nicht nur Gefrierfleisch, sondern auch Fische, Geflügel, Früchte, europäische Gemüse, Bier, Wein und Liköre umfassen, müssen die Anlagen in eine größere Anzahl Räume unterteilt werden. Zwei der größten Hotels in Colombo und Umgebung sowie das Europe Hotel in Singapore kühlen schon seit zwölf und zehn Jahren ihre Lebensmittelräume mit A-S-Kühlautomaten.

Auch Krankenhäuser haben einen großen Kältebedarf. Schon im Jahre 1912 hat ein englisches Krankenhaus einen Lymphekühlschrank zum Einhalten einer Temperatur von — 8 ° C aufgestellt. Tag für Tag, Jahr für Jahr zeigt der Thermograph eine gleichmäßige Kurve an, die zwischen — 8,5 und — 7,75 ° C schwankt. Die von diesem Krankenhaus später noch gebauten drei Kühlanlagen wurden alle mit A-S-Automaten versehen; die älteste Maschine steht schon seit 22 Jahren und die zuletzt aufgestellte seit 4 Jahren in ständigem Betrieb. Die günstigen Erfahrungen verhalfen dem A-S-Kühlautomaten zu großer Verbreitung, und zahlreiche Anstalten in England und seinen Kolonien bedienen sich heute seiner. Die Art und die Größe der Anlagen sind bei jedem Krankenhaus je nach Lage der Stadt und ihrer Hauptindustrien verschieden. Während die Krankenhäuser der Großstädte mit ihren ausgedehnten klinischen Stationen verhältnismäßig große Lebensmittelräume benötigen, müssen solche, die im Gebiet der Schwerindustrie oder des Bergbaus liegen, für umfangreiche Leichenkühlräume besorgt sein, um bei Hochofen- oder Bergwerksunglücken die Leichen bis zur Autopsie oder gar oft bis zur

[1]) Audiffren-Singrün.

Digitized by Google

Feststellung der Unglücksursache aufbewahren zu können. Im Mittelpunkt des nordenglischen Bergbaugebietes wurde für ein Krankenhaus eine solche Anlage für 27 Mulden in drei Unterabteilungen geliefert, an die drei Schrankfächer für Temperaturen bis zu — 10 ° C angeschlossen sind.

Als Sonderkonstruktion ist die Anlage für ein Hospitalschiff, das den Sanitätsdienst auf dem oberen Nil versorgt, zu erwähnen. Es werden auf ihm zwei Lebensmittelräume, die in einen gekühlten Vorraum münden, auf Temperaturen von + 4 bis — 4 ° C gehalten. Ferner liefert ein mit dem Solebehälter zusammengebauter Eisgenerator in 6 h noch 12 Blöcke Eis zu je 5 kg. Den Anforderungen an Sicherheit und Geräuschlosigkeit wurde durch Verwendung eines geräuschlosen Zahnkettengetriebes sowie Anordnung einer eigenen Kühlwasserpumpe entsprochen. Die Garantiebedingungen fußten auf einer Außentemperatur von 40 ° C bei einem Feuchtigkeitsgehalt der Luft von 90 %.

Eine große Lymphanlage wurde vor vier Jahren in der Nähe von Nairobi errichtet. Besondere Maßnahmen erforderte hier der Schutz der Kühlraumisolierung gegen Angriffe von weißen Ameisen (Termiten). Die Kühlräume haben insgesamt etwa 40 m^3 Inhalt bei 2 m Höhe. Wasser ist sehr spärlich vorhanden, und der A-S-Kühlautomat wurde deshalb mit einem Kühlwassersparer ausgerüstet, wobei durch einen Ventilator die Luft über die nasse Kondensatorkugel gesaugt wird und durch die entstehende Verdunstung des Wassers die Abkühlung der Kondensatorkugel unterstützt und der normale Wasserverbrauch auf ein Zehntel und weniger vermindert wird. Diese Kühlwassersparer sind von großer Bedeutung, denn sie gestatten die A-S-Kühlautomaten unter Klima- und Wasserverhältnissen zu verwenden, wo es sonst ausgeschlossen war, den Menschen die Annehmlichkeiten der künstlichen Kühlung zu verschaffen. In den Goldfeldern der „Großen Victoria-Wüste“ in Australien, die von Perth aus erschlossen wurden, und in den Diamantminen in Westafrika arbeitet heute der A-S-Kühlautomat zur Eisherstellung und Getränkekühlung. Unter ähnlichen ungünstigen Betriebsbedingungen arbeiten eine große Zahl von A-S-Kühlautomaten als Eisgeneratoren mit einer täglichen Eisleistung von etwa 100 kg in der südlichen arabischen Wüste.

Die Industrie und technische Institute verwenden Kleinkälteautomaten meistens, um das Verhalten der Bau- und -Werkstoffe bei tiefen Temperaturen zu untersuchen. Nach Rußland wurden z. B. eine ganze Anzahl von Tiefkühlanlagen geliefert, die zur Untersuchung der Gesteine bei Temperaturen bis zu — 25 ° C dienen, denn es ist von größter Wichtigkeit, hauptsächlich für den Brückenbau und Bahnbau, ihr Verhalten in der strengen Winterkälte, wie sie in Rußland herrscht, zu erkennen.

Die Verwendung der A-S-Kühlautomaten ist äußerst vielseitig: so benutzt sie eine holländische Firma zum Trocknen bei der Kabelherstellung; Zuckerfabriken in Java bewahren ihre Polarisationsinstrumente in einem Raum auf, dessen Luft stets eine Temperatur von 20 ° C bei einem geringen Feuchtigkeitsgrad haben muß. Eine ähnliche Aufgabe war in einer Kunstdruckerei in Kapstadt zu lösen, wo es sich darum handelte, die Farben mit möglichst gleichbleibender Temperatur und unveränderlichem Feuchtigkeitsgehalt aufzutragen, oder auf Sumatra, wo Tabak unter bestimmten Luftbedingungen aufbewahrt werden muß. Auf dem besonderen Gebiet der Herstellung von Sodawasser leistet der A-S-Kühlautomat in den Tropen gute Dienste. Bei der Einführung der Raupenzucht im ehemaligen Deutsch-Ostafrika hilft die Maschine zur Verzögerung der Eierentwicklung des Seidenspinners durch Kaltlagerung. Mit der Erkenntnis der Vorteile der Klimaanlagen vergrößerte sich das Arbeitsfeld der Kleinkältemaschine bedeutend, so dienen z. B. sechs A-S-Kühlautomaten für die Luftaufbereitung in einem der neuesten Kinotheater in Buenos Aires.

In weitgehendem Maße hat die künstliche Kälte in Übersee Eingang gefunden, wobei die besonderen Vorzüge des A-S-Kühlautomaten besonders mitwirkten. Es sind dies Einfachheit des Aufbaues, Anspruchslosigkeit in der Wartung, unbedingte Sicherheit gegen Gasaustritte und Zerknall, Verwendungsmöglichkeit von Meer- oder Brackwasser als Kühlwasser, unbegrenzte Lebensdauer, alles Eigenschaften, die in der gasdicht gekapselten Bauart des A-S-Kühlautomaten begründet sind.

Beleuchtung von Flugplätzen.

Um internationalen Luftverkehr über größere Entfernungen wirtschaftlich betreiben zu können, erweist es sich als notwendig, die Post und Luftgüter nicht nur am Tage, sondern auch während der Nachtstunden zu befördern. Für derartige verkehrsmäßige Nachtflüge werden Scheinwerfer benötigt, durch deren Verwendung größte Betriebsicherheit gewährleistet ist. Während drehende Glühlicht-Scheinwerfer etwa alle 30 km dem Piloten eines Flugzeuges den Weg durch die Nacht weisen, sorgen am Rande jedes Flughafens aufgestellte Scheinwerfer für eine ausreichende Beleuchtung des Rollfeldes, so daß Landungen sicher ausgeführt werden können.

Für die Scheinwerfer, die zur Beleuchtung des Rollfeldes dienen, werden folgende Bedingungen gestellt: Um durch ihre Aufstellung nicht unnötige Flughindernisse zu schaffen, soll ihre Anzahl so gering wie möglich sein. Von den vier Scheinwerfern, von denen je einer in der Hauptwindrichtung aufgestellt ist, leuchtet jeweils der gegen den Wind gerichtete. Das Flugzeug landet dann über den Scheinwerfer hinweg auf dem beleuchteten Rollfeld. Da auch Landungen unter 45 ° zur Hauptleuchtrichtung möglich sein müssen, beträgt die Horizontalstreuung eines Scheinwerfers rd. 90 °, die Vertikalstreuung mit Rücksicht auf die niedrige Aufstellungshöhe von etwa 4 m 1 ··· 2 °. Als Lichtquelle werden ausschließlich Glühlampen bis zu 10 kW bei einer Spannung von 55 bis 220 V verwendet.

Abb. 1. Landebahn-Scheinwerfer mit Linsenoptik.

Abb. 1 zeigt einen Landebahn-Scheinwerfer mit Linsenoptik der Siemens-Schuckertwerke AG., der auf dem Flugplatz Andir auf Java aufgestellt ist.

Da auf diesem Flughafen zwei Windrichtungen hauptsächlich vorherrschend sind, wurden 2 Scheinwerfer ortsfest auf Betonhäusern, die gleichzeitig zur Aufnahme der Schaltapparate und Transformatoren dienen, aufgestellt, während für etwaige Landungen in den beiden übrigen Windrichtungen ein fahrbarer Landebahn-Scheinwerfer vorgesehen ist, der an seinem jeweiligen Aufstellungspunkt über Steckerleitungen an das am Rande des Rollfeldes verlegte Kabel der Landebahnbeleuchtung angeschlossen werden kann.

Digitized by Google

Die Elektrisierung der Riesenschleuse in St. Nazaire.

Wie die Zeitschrift Werft, Reed., Hafen über diese bedeutende Anlage berichtete, entstand seinerzeit in Verbindung mit dem Bau des Schnelldampfers „Normandie“ in St. Nazaire, dem Mündungshafen der Loire, ein neues Trockendock größter Abmessung (Abb. 1). Die Gesamtlieferung lag in den Händen einer internationalen Hauptkontrahentin, die einen schwierigen Teil der Lieferung, nämlich die Verschlußtore und deren maschinenbau-

Abb. 1. Dockschleuse St. Nazaire, geschlossen.

lichen Teil sowie die gesamten elektrischen Einrichtungen und Arbeiten auf Sachleistungskonto in die Hände der A E G und M A N legte.

Die Schleuse ist die größte Seeschleuse der Welt. Die Länge der Schleusenkammer beträgt 350 m und die Breite 50 m. Die Höhe der Schleusenkrone über der Sohle beträgt 16,6 m. Die Schleuse ist so ausgebildet, daß sie auch als Trockendock bei Instandsetzung größerer Dampfer dienen kann.

Bei der Breite dieser Schleuse konnten als Verschlußorgane für die Durchfahrtöffnung nur Tore mit waagerechter Seitenbewegung, sogenannte „Schiebetore“, sowohl für das Außenhaupt als auch für das Binnenhaupt verwendet werden. Die Torkammern sind seitlich in einem Winkel von 90 ° zur Schleusenkammer angeordnet. Die Tore sind auf je 2 Wagen gelagert, die auf Schienen laufen. Der Oberwagen befindet sich am oberen Ende des Tores nach der Torkammer zu. Der Unterwagen ist an dem unteren Ende des Tores nach der Nischenseite zu angebracht. Der Oberwagen ist durch ein elastisches Zwischenglied an dem Tor befestigt.

Am Ende der Torkammern ist in einem Maschinenhaus das Triebwerk für das Tor untergebracht. Es überträgt durch 2 Gelenkzahnstangen die Bewegung auf das Tor. Die Gelenkzahnstangen sind an dem Oberwagen befestigt, von denen je eine auf jeder Seite in den Nischen der Torkammer-Seitenwände liegen. Das Triebwerk eines Tores hat zwei getrennte Windwerke, die je mit zwei Ritzeln in die Gelenkzahnstangen eingreifen. Die Windwerke eines Schiebetores werden mit je einem vollkommen geschlossenen Motor (Abb. 2) mit Nebenschlußwicklung gekuppelt. Jeder Motor hat eine Leistung von 75 kW, 15 % ED bei 930 U/min. Die Ankerspannung der Motoren beträgt 440 V, die Erregerspannung 220 V.

Zur Erzielung einer stoßfreien Beschleunigung und einer sanften Abbremsung der Tore ist Leonard-Schaltung gewählt. Für die Motoren am Binnenhaupt und für die Motoren am Außenhaupt ist je ein Leonard-Umformer (Abb. 3) vorgesehen, die in den Maschinenhäusern zur Aufstellung kommen. Die drei Maschinen des Leonard-Umformers sind auf einer gemeinsamen Grundplatte aufgebaut.

Die sich einstellende Geschwindigkeit ist praktisch unabhängig von der Belastung, da der Ankerstrom auf die Spannung keinen nennenswerten Einfluß besitzt. Diese Eigenart der Leonard-Umschaltung und die Möglichkeit der feinstufigen Geschwindigkeitsregelung während der Bewegung haben ihre Anwendung zum Antrieb der Schiebetore besonders empfohlen, da das Drehmoment infolge der verschiedenen Einwirkungen des Wassers und durch den auf der Kammersohle befindlichen Schlick Schwankungen unterworfen ist.

Das Anlassen des Leonard-Umformers erfolgt nach dem Einschalten des Drehstrom-Anlaßmotors durch eine Selbstanlassersteuerung mit Widerstandsstufen. Für das Einschalten des Ständers ist ein Hochspannungs-Ölschalter mit Vorstufe vorhanden, der mit einem Motorantrieb für Fernschaltung versehen ist. Nach dem Anlassen des Leonard-Umformers muß festgestellt werden, ob die erforderliche Erregerspannung vorhanden ist. Durch einen Nebenschlußregler und Spannungszeiger, die im Schaltpult eingebaut sind, ist eine Nachregelung und Nachprüfung der Spannung möglich. Infolge Frequenzänderungen im Netz kann eine einmalige Einregelung der Erregerspannung nicht vorgenommen werden. Bei normalem Betrieb sind die beiden Motoren eines Tores gleichzeitig in Betrieb. Nur in Ausnahmefällen und mit verringerter Fahrgeschwindigkeit wird mit einem Motor allein gearbeitet. Um diese Umschaltung vornehmen zu können, ist im Schaltpult ein Motorwähler mit 3 Stellungen eingebaut. Auf Stellung 1 arbeiten die beiden Motoren parallel, auf Stellung 2 und 3 arbeiten die Motoren einzeln.

Der Fahrtbegrenzer für die Geschwindigkeitsregelung besitzt eine zylindrische Walze, die beim Umlaufen durch eiserne Segmente auf ihrem Umfang Nockenschütze betätigt, die dann Hilfsstromkreise öffnen oder schließen. Durch entsprechende Bemessung der Länge der Segmente kann der Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsweg genau festgelegt werden. Dieser Weg ist für die Schiebetore etwa 4 m von den Endstellungen entfernt vorgesehen. Auch bei stark wechselndem Bewegungswiderstand kommt das Tor stets in der gleichen Lage zum Stillstand.

Um in Gefahrfällen das Tor sofort zum Stillstand zu bringen, ist im Schaltpult ein Notdruckknopf eingebaut. Für den Fall, daß ein Leonard-Umformer oder ein Antriebsmotor im Betrieb aussetzen sollte, ist für die Tore volle Reserve vorhanden.

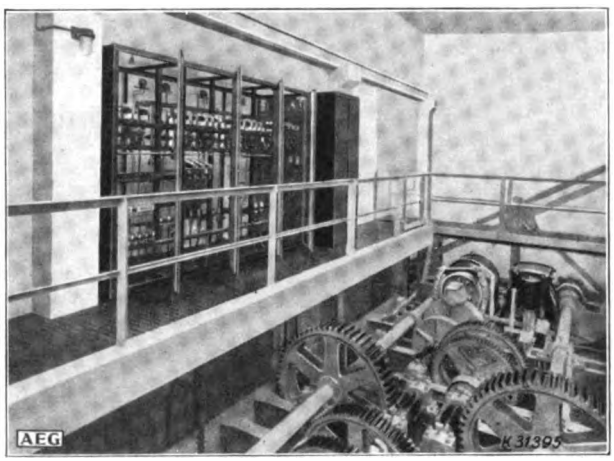


Abb. 2. Teilansicht der Torantriebe und Rückansicht der Schalttafel.

Über der Torkammer ist eine bewegliche Torkammerdecke vorgesehen, um den Straßenverkehr über das Binnentor leiten zu können. Beim Öffnen des Tores muß diese Tordecke gehoben werden, so daß der Torwagen und das Tor unter der Tordecke hindurchfahren können. Für die Bewegung der Tordecke ist ein vollkommen geschlossener Drehstrom-Regel-Schleifringmotor mit dem Antrieb gekuppelt. Das Anlassen des Motors erfolgt vom Schaltpult aus durch eine mehrstufige Steuerwalze, eingerichtet für Hilfstrom-Endschaltung, Nullschaltungszwang und Verzögerungsendschaltung. Die Tordecke kann unter Wirkung einer elektrischen Verriegelung erst dann gehoben werden, wenn das Tor in der geschlossenen Stellung steht. Ferner ist zwischen Tor und Tordecke eine Blockierung vorgesehen, die das Inbetriebsetzen des Tores verhindert, wenn die Tordecke sich nicht in der geschlossenen Stellung befindet.

Das Füllen und Entleeren der Schleusenkammer erfolgt durch 4 Umläufe für jedes Haupt, und zwar je 2 auf

Digitized by Google

jeder Seite der Schleusenkammer. Die Umlaufverschlüsse sind als Rollkeilschütze ausgebildet. Die Antriebe der Umlaufschütze sind mit je einem geschlossenen Motor mit Regel-Schleifringläufer gekuppelt. Vom Schaltpult aus werden gleichzeitig 2 Motoren für 2 gegenüberliegende Schützenantriebe durch einen Umschalter mit 2 Ständerabwicklungen angelassen. In dem Läufer der Motoren sind Schlupfwiderstände eingebaut, die die Anlaufströme begrenzen. Die Motoren werden in den Endstellungen durch Starkstrom-Endschalter vom Netz abgetrennt, und die

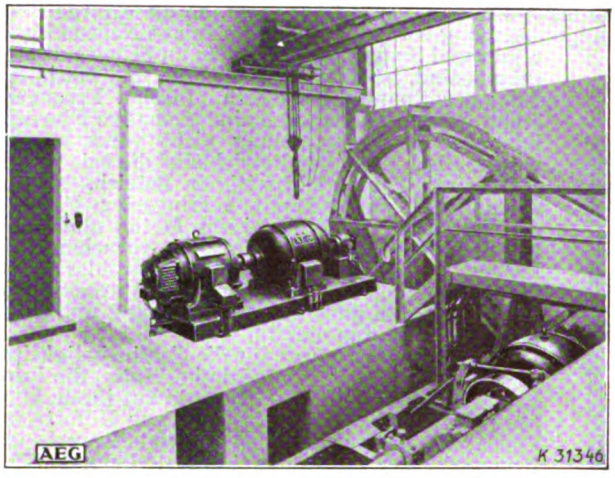


Abb. 3. Leonard-Umformer.

Schlußstellung wird durch Aufleuchten der Meldelampen angezeigt. Eine Blockierung zwischen den Umlaufschützen und den Torantrieben ist nicht ausgeführt, da ein irrtümliches Einschalten der Torantriebe vor der Ausspiegelung der Wasserstände zu einer Überbeanspruchung der Tormotoren führen würde und die Überstromauslöser dann sofort ansprechen und die Motoren abschalten.

Die Schiebetore werden wegen ihrer großen Abmessungen und daher hohen Gewichte mit Schwimmkästen versehen, um dadurch ihr Eigengewicht zu vermindern. Die Schwimmkästen sind in mehrere wasserdichte Zellen eingeteilt, die je nach dem Wasserstand mit Wasser gefüllt oder entleert werden, um das Torgewicht auf dem Torwagen etwa gleich zu halten. Hierfür ist eine elektrisch angetriebene Lenzpumpe in dem Schwimmkasten des Tores eingebaut. Um den auf den Schienen des Untertorwagens sowie in der Torkammer abgelagerten Schlick und Schlamm aufzuwühlen und zu entfernen, ist in dem Schwimmkasten jedes Tores eine elektrisch angetriebene Schlammpumpe vorgesehen. Diese Pumpe wird in dem gleichen Maschinenraum aufgestellt wie die Lenzpumpe.

Wegen der großen Nässe in diesem Maschinenraum sind die Motoren geschlossen und mit einer besonderen Feuchtigkeitschutzisolation versehen. Zum Anlassen der Motoren für die Pumpen werden Ölanlasser verwendet.

Da die Schleuse auch als Trockendock dienen soll, ist am Außenhaupt ein Pumpenhaus errichtet. In diesem Pumpenhaus sind die Transformatorstation und die Hoch- und Niederspannungs-Hauptschaltanlage untergebracht. Zu der Hauptschaltanlage wird Drehstrom 5000 V, 50 Hz, von dem städtischen Netz durch 2 Hochspannungskabel, von denen das eine als Aushilfe dient, geführt. Von der Hochspannungs-Schaltanlage führt dann je ein Hochspannungskabel zu der Verteilungschaltanlage in den Maschinenhäusern am Binnen- und Außenhaupt.

Für die sämtlichen Antriebsmotoren sowie für die Beleuchtung und Signale wird die Hochspannung in 230/120 V in der Transformatorenstation umgeformt und durch je ein Niederspannungskabel zu den beiden Führerständen geleitet. Der Strom für die Motoren der Schlamm- und Lenzpumpe im Tor wird durch Schleifleitungen, die in den Nischen oben in der Torkammerseitenwand verlegt sind, auf den Oberwagen und von hier aus durch Gummikabel in einen gußeisernen Klemmenkasten auf dem Tor überführt. Von dem Klemmenkasten aus wird je ein Kabel zu dem gußgekapselten Schaltkasten zu den Schlamm- und Lenzpumpen verlegt.

In dem Führerstand der Maschinenhäuser am Außen- und Binnenhaupt ist je ein Schaltpult aufgestellt. Das Schaltpult enthält alle für die Bedienung der Antriebe des zugehörigen Hauptes erforderlichen Steuergeräte, Anzeigeapparate und Meldelampen. Das Schaltpult für das Binnenhaupt enthält außerdem noch Steuergeräte und Anzeigeapparate für die Tor- und Umlaufschützenantriebe Außenhaupt, da die Forderung gestellt wurde, daß die Motoren für die Tor- und Umlaufschützenantriebe am Außenhaupt vom Binnenhaupt bedient werden sollten. Die Steuergeräte sind gegeneinander blockiert, so daß die Antriebe am Außenhaupt entweder nur vom Außenhaupt oder nur vom Binnenhaupt bedient werden können.

Selbsttätige Förderanlage für Aktentransport.

Es besteht häufig für Verwaltungsbetriebe jeder Art die Notwendigkeit, Aktenbündel, Briefordner, Bücher und andere nicht falt- und biegbare Schriftsachen von den in verschiedenen Stockwerken eines Gebäudeflügels befindlichen Abteilungen zu den in anderen Gebäudeteilen gelegenen Arbeitsräumen direkt und auf dem kürzesten Wege geräuschlos befördern zu müssen. Bei den bisher hierfür gebräuchlichen Fördereinrichtungen, wie Aktenaufzuganlagen mit selbsttätiger Steuerung der Kabinen, bei welchen die einzelnen Stationen in den verschiedenen Stockwerken senkrecht übereinanderstehen und demgemäß das Fördergut nur in senkrechter Richtung gefördert werden kann, war diese Forderung nur durch Anwendung besonderer waagerechter Band- oder Gleisförderer mit verzwickten Überladestellen usw. zu erfüllen.

Eine beachtliche Neuerung auf diesem Sondergebiet hat vor kurzer Zeit die Abteilung Förderanlagen der Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG., Berlin, unter der Bezeichnung „DeTeWe-Aktenseilpost“ auf den Markt gebracht. Dieses Transportsystem ist mit raumbeweglich am Zugglied befestigten Förderbehältern ausgerüstet und läßt daher sowohl den senkrechten als auch den waagerechten Transport des Fördergutes zu, wodurch man hinsichtlich der Wahl der Stationsstandorte vollkommen unabhängig bleibt. Die DeTeWe-Aktenseilpostanlagen gestatten ebenso den Pendelverkehr zwischen zwei Stationen wie auch den vollselbsttätigen wahlweisen Untereinanderverkehr beliebig vieler Stationen in mehrfach wechselnder waagrechter und senkrechter Richtung mit Förderbehältern jeder erwünschten Abmessung. Die normalen Abmessungen der Förderbehälter betragen 400 × 300 × 100 mm. Es können bei diesem Fördersystem keine besonderen Wartezeiten wie bei sonstigen Aufzügen eintreten, da sämtliche Stationen jederzeit zu allen anderen senden und daneben auch empfangen können.

Derartige Akten-Förderanlagen (Abb. 1) wurden bereits im Reichsbahnzentralamt, Berlin, bei dem Haupttelegraphenamt „Fraumünster“, Zürich, bei der „Vita“ Le-

Abb. 1. Empfangs- und Sendestation der selbsttätigen DeTeWe-Aktenförderanlage im Verwaltungsgebäude der Lebensversicherungsgesellschaft Vita AG., Zürich.

bensversicherungs-AG., Zürich, und im Verwaltungsgebäude der Unfall-Versicherungs-Gesellschaft „Winterthur“ erstellt.

Digitized by Google

Verlegung eines 60 kV-Kabels in Norwegen.

Vor kurzem wurde wieder ein Teil des 60 kV-Kabelringnetzes der Stadt Oslo (Abb. 1) vollendet, das die Verwirklichung des von Herrn Obering. S u n d b y der Osloer Lysverker ausgearbeiteten großzügigen Elektrizitätsversorgungsprojektes bedeutet.

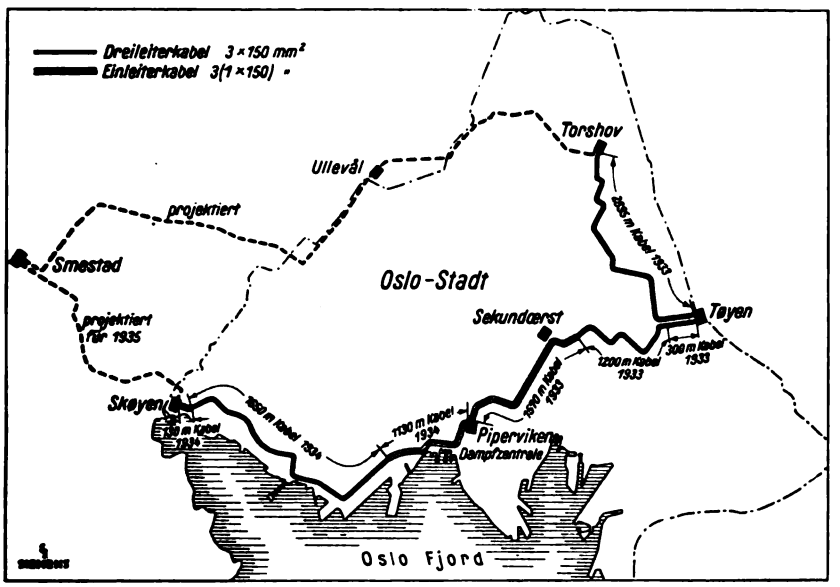


Abb. 1. 60 kV-Kabelringnetz der Stadt Oslo.

Abb. 2. Verlegung des 60 kV-Dreibleimantelkabels 3 × 150 mm².

Die Stadt Oslo ist eine der ersten Großstädte, die die Vorteile eines Ringnetzes sich zunutze machte und bereits im Jahre 1921 ein vollständiges Ringnetz mit 30 kV-Kabeln ausbaute. Das neue 60 kV-Ringnetz soll die beiden Hochspannungsfernleitungen in Smestad (West-Norwegen-Kraftwerk) und Tøyen (Ost-Norwegen-Kraftwerk) miteinander verbinden und durch Massekabel gebildet werden. Die Kabel für die bereits fertiggestellte Hälfte wurden ausschließlich von deutschen Firmen geliefert. Bis auf weiteres sind die neu verlegten Kabel noch mit den bestehenden 30 kV-Kabeln parallel geschaltet und dienen so vorerst zur Verstärkung und Sicherung des vorhandenen Netzes, um später einmal mit einer Spannung von 60 kV — entsprechend den durch die Freileitungen herangeführten Spannungen — die Stromversorgung zu übernehmen. Hierdurch besteht dann die Möglichkeit, auch größere Energiemengen von Ost nach West oder umgekehrt von einer Freileitung zur anderen direkt zu überführen.

Abb. 3. Distanzierung der verlegten Kabel durch Ziegelsteine.

Wie aus dem Plan ersichtlich, führt der eine Halbring des Netzes durch den südlichen, der andere durch den nördlichen Teil der Stadt Oslo. Die Länge der Trasse ist 8,7 bzw. 10 km. Die Umbauarbeiten werden in mehreren Bauperioden durchgeführt. Im Sommer und Herbst 1933 sind bereits rund 6 km zur Verlegung gekommen, und zwar zwischen den Unterstationen Tøyen und Tørshov 2695 m als Dreibleimantelkabel sowie von Tøyen nach Piperviken Dampfzentrale weitere 1500 m als Dreibleimantelkabel und 3 × 1570 m Einfachkabel. Im Sommer und Herbst 1934 wurden von Piperviken Dampfzentrale nach der Unterstation Skøyen 1650 m Dreibleimantelkabel und 3 × 1260 m Einfachkabel ausgelegt.

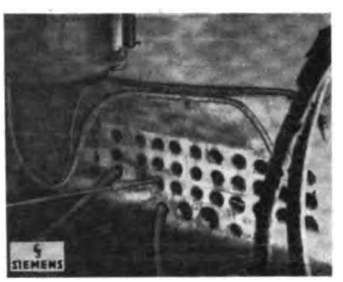


Abb. 4. Fiberrohranlage zum Einziehen der Kabel.

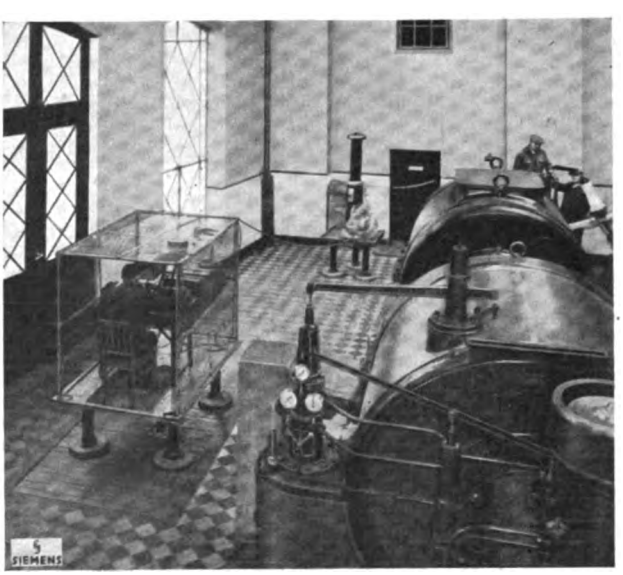


Abb. 5. Messung der dielektrischen Verluste an den verlegten Kabeln mit Scheringbrücke im Hochspannungskäfig.

Beachtenswert bei den Dreibleimantelkabeln ist die außergewöhnliche Dicke von 120 mm und das hohe Gewicht von 30 kg/m (s. Abb. 2). Die Verlegung der Dreibleimantelkabel erfolgte in einer Tiefe von 1 m. Dabei mußte besonders darauf geachtet werden, daß die Kabel durch den steinigen felsigen Grund nicht beschädigt wurden. Sie wurden in einem Abstand von 15 cm neben den

Digitized by Google

bereits liegenden Kabeln (5 kV-, 230 V- und Telephonkabeln) verlegt. Als Distanzstücke dienten Ziegelsteine (Abb. 3). Zur besseren Wärmeableitung wurden die Kabel auf der ganzen Länge mit Tonerde eingeschlemmt. Darübergelegte Betonplatten schützen sie gegen mechanische Beschädigungen bei späteren Grabungen.

In den zentralen Stadtteilen konnten die Dreibleimantelkabel nicht zur Verlegung kommen, da hier, um Erdarbeiten und Straßenstörungen zu vermeiden, die Kabel in bereits vorhandene Fiberrohrkanalanlagen (Abb. 4) eingezogen werden sollten. Da die Fiberrohre einen Durchmesser von 3,5 " hatten, konnten nur Einleiterkabel vorgesehen werden, von denen jedes durch ein Rohr gezogen wurde. Das Einziehen geschah mit einer motorbetriebenen Winde, wobei der Zug des Kabels mittels Dynamometer dauernd kontrolliert werden konnte. Bei einem Abstand der Verbindungsschächte von 400 m entstand eine Zugspannung von 1500 kg. Das Einleiterkabel erhielt zur Aufnahme dieser hohen Zugspannung eine Drahtarmatur, die zwecks Herabsetzung der Armierungsverluste aus in offener Spirale aufgebrachtem unmagnetischem Stahl bestand.

Die Verlegung der Kabel und die Montage der Garnituren machen keine besonderen Schwierigkeiten und gingen glatt vonstatten. Die Verbindungsmuffen wurden durch deutsche Spezialmonteure hergestellt, die bei dieser Gelegenheit gleich die norwegischen Kollegen ausbildeten.

Nach der Verlegung der Kabel wurden anläßlich der Inbetriebsetzung an sämtlichen Teillängen die dielektrischen Verluste mit einer Spannung bis etwa 60 kV gegen Erde bestimmt (s. Abb. 5). Das Elektrizitätswerk beabsichtigt, diese Messungen in größeren Zeiträumen wiederholen zu lassen, um so den Zustand des Kabelnetzes laufend zu überwachen.

Kran und Elektrohängebahn für eine französische Papierfabrik.

Die Maschinenfabrik C. Haushahn, Stuttgart-Feuerbach, hat für eine bedeutende Papierfabrik in Frankreich eine größere Förderanlage geliefert, deren interessantester Teil aus Abb. 1 und 2 ersichtlich ist. Eine Krananlage und eine Elektrohängebahn dienen zum Güterumschlag vom Schiff zum Lagerhaus. Eine 100 m lange Kranbahn führt aus dem Lagerhaus über mehrere Geleise und die Uferstraße in 10 m Höhe hinweg und ragt etwa 15 m frei über die Ufermauer hinaus. Diese Laufbahn trägt einen Laufkran von 16,4 m Spannweite, welcher hauptsächlich zum Entladen von Zellstoffballen aus Flußschiffen dient. Um rasches Arbeiten zu ermöglichen, besitzt der Kran eine Laufkatze mit zwei Hubwerken und einem Führerstand. Die Kranlaufbahn mit ihrem wasserseitigen Ausleger dient außerhalb der Lagerhalle gleichzeitig als Stützkonstruktion für die Elektrohängebahn, die mit 170 m gesamter Bahnlänge aus der Halle heraus- und außen um die Kranbahn herumführt. Zwei Führerstands-Laufkatzen dienen zum Umschlag von Kohle und Kaolin. Die Katzen sind mit 2-Trommel-Greiferwindwerk ausgerüstet und laufen mit zwei vierrädrigen Drehgestellen auf dem Unterflansch eines I-Trägers. Jedes der Fahrwerke ist mit besonderem Motor und elektromagnetischer Bremse ausgestattet. Die Kohle wird in Selbstentladewagen entleert und auf Eisenbahngleisen zum Kesselhaus bzw. Kohlenlager gefahren. Das Kaolin wird in der Halle gelagert. Laufkran und Elektrohängebahn können gleichzeitig zwei nebeneinanderliegende Schiffe entladen. Die genannten Anlagen arbeiten seit ihrer Inbetriebnahme anstandslos und in jeder Beziehung zufriedenstellend. Die gewählten großen Arbeitsgeschwindigkeiten ermöglichen eine hohe Umschlagleistung. Erwähnt mag noch werden, daß die vordere Einfahrtöffnung durch ein senkrecht bewegtes Schiebetor abgeschlossen wird. Das Tor ist durch Gegengewichte nahezu ausgeglichen und wird durch eine kleine elektrische Aufzugmaschine mit Druckknopfsteuerung bewegt. Zum Antrieb der Anlagen steht Drehstrom 500 V, 50 Hz zur Verfügung. Einige technische Einzelheiten gibt die nachstehende Übersicht.

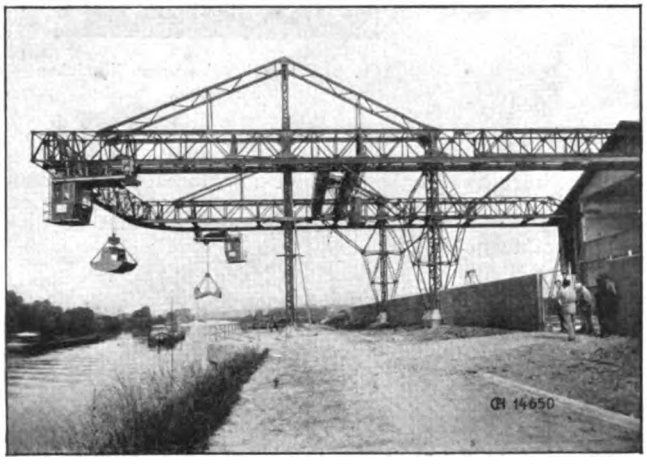
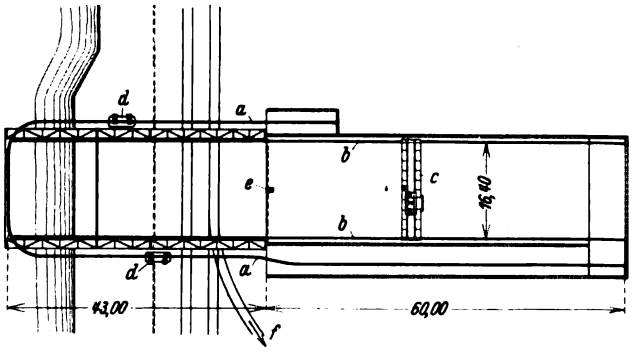


Abb. 1. Schiffsentlade-Anlage.



a Laufbahn der Einschienen-Greiferkatzen
b Kranlaufbahn
c Laufkran mit Doppelhubwerk
d Greifer-Laufkatzen
e elektr. gesteuertes Hubtor
f Gleis zum Kohlenlager

Abb. 2. Lageplan (Maße in m).

2 Führerstandslaufkatzen
Tragkraft . . . . . 3000 kg
Greiferinhalt . . . . . 1,5 m³
Hubhöhe . . . . . 13 m
Hubgeschwindigkeit . 35 m/min
Fahrgeschwindigkeit . 100 m/min
Hubmotor . . . . . 86 PS
2 Fahrmotoren . . . . je 5,4 PS

Laufkran
Tragkraft . . . . . 2 · 1000 kg
Spannweite . . . . . 16,4 m
Hubhöhe . . . . . 15 m
Hubgeschwindigkeit . 18 m/min
Motor 9,5 PS
Katzefahren . . . . . 25 m/min
Motor 2,5 PS
Kranfahren . . . . . 100 m/min
Motor 9,5 PS

Hubtor
Breite . . . . . 17 m
Hubhöhe . . . . . 4,5 m
Hubgeschwindigkeit . 6 m/min
Mot. (Doppelnutläufer) 4,5 PS

Digitized by Google

Antriebe großer Zeitungsdruckmaschinen.

Unter den großen Antriebsausrüstungen für Zeitungsdruckmaschinen, die in letzter Zeit an ausländische Zeitungsbetriebe geliefert wurden, ist der durch die A E G für die 96seitige Rotationspresse einer Amsterdamer Zeitung gelieferte Antrieb besonders bemerkenswert. Diese Antriebsausrüstung besteht aus drei nach dem Haupt- und Hilfsmotorsystem gebauten Teilantrieben mit Drehstrom-Nebenschluß-Kommutatormotoren als Hauptmotoren, von denen zwei eine Motornennleistung von je 100 PS und der dritte eine Motornennleistung von 165 PS haben. Der 165 PS-Antrieb ist in bezug auf seine Nennleistung der größte Teilantrieb für eine Rotationsmaschine in Europa (Abb. 1).

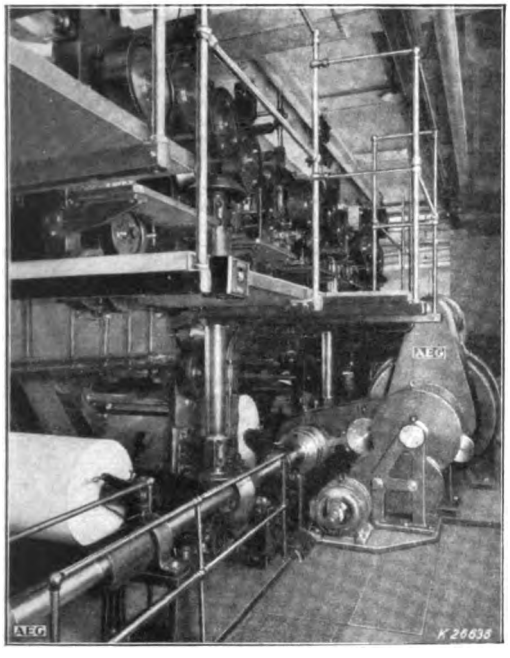


Abb. 1. Teilantrieb der 96seitigen Rotationsmaschine des Allgemeen Handelsblad, Amsterdam, mit Drehstrom-Nebenschluß-Kommutatormotor von 165 PS Nennleistung.

Die Rotationsmaschine wurde in zwei Bauabschnitten errichtet, und zwar wurde die erste Hälfte im Jahre 1929 als 48seitige Rotationsmaschine gebaut und im vergangenen Jahr die Erweiterung zur 96seitigen Maschine vorgenommen. Der Antrieb dieser Maschine weicht von der sonst üblichen Ausführung ab, da besondere Vorschriften in bezug auf Betriebsreserve und Einfachheit der Schaltung erfüllt werden mußten. Die im ersten Ausbau errichtete 48seitige Maschine besteht aus drei Druckwerken und einem Doppelfalzapparat. Für diesen Teil wird eine Antriebsleistung von 100 PS benötigt. Um volle Reserve im Antrieb zu haben, wurden jedoch zwei Motoren von 100 PS vorgesehen und die Schaltung mechanisch und elektrisch so gewählt, daß dieser Maschinenteil von jedem der 100 PS-Teilantriebe allein oder auch von beiden gemeinsam angetrieben werden kann. Die Steuerungsorgane, insbesondere die Druckknopftafeln an der Rotationsmaschine, wurden zu diesem Zwecke auf jeden der Teilantriebe umschaltbar ausgeführt.

Ds-Ns-Kommutatormotoren wurden gewählt, da sie sich unter Vermeidung von Stromverlusten in der Geschwindigkeit feinstufig regulieren lassen. Sie arbeiten somit im Regulierbetrieb mit besserem Wirkungsgrad als As-Motoren, die nur durch nutzlose Vernichtung großer Energiemengen in Widerständen in ihrer Geschwindigkeit gedrosselt werden können. Außerdem wird die Regulierfähigkeit dieser Motoren in keiner Weise von der Belastung beeinflußt im Gegensatz zu Asynchronmotoren, deren Geschwindigkeit in gedrosseltem Zustande stark lastabhängig ist.

Im zweiten Ausbau wurde die Rotationsmaschine durch Aufstellung von drei weiteren Druckwerken und einem Doppelfalzapparat zur 96seitigen Maschine ergänzt. Für diesen Teil wird gleichfalls eine Antriebsleistung von 100 PS benötigt. Da jedoch Pläne für einen dritten Ausbau der Maschine mit zwei weiteren Druckwerken und einem Falzapparat bestehen, wurde der Teilantrieb des zweiten Ausbaues für 165 PS Nennleistung ausgeführt, um für den projektierten Antrieb des dritten Ausbaues eine vollwertige Reserve zu haben.

Bei der Projektierung der Druckknopfsteuerung dieser Maschinenanlage war zu berücksichtigen, daß die Teile des ersten und zweiten Ausbaues zwar meist unabhängig für sich betrieben werden, daß jedoch die Antriebe beider Maschinenteile eine ständige gegenseitige Reserve bilden müssen. Die Steuerung wurde deshalb so ausgebildet, daß bei einer Betriebstörung an einem der Antriebe praktisch ohne Zeitverlust die Maschinen des ersten und zweiten Ausbaues mechanisch über die Hauptantriebswelle gekuppelt werden können und mit dem ungestörten Antrieb der Betrieb beider Teile weitergeführt wird.

Die Steuerung jedes Teilantriebes ist nach dem Haupt- und Hilfsmotorprinzip aufgebaut. Jedem der erwähnten Ds-Ns-Kommutatormotoren ist ein Hilfsmotor (Abb. 1) zugeordnet, dessen Nennleistung ungefähr $^1/_{15}$ der entsprechenden Hauptmotorleistung beträgt. Er ist hauptsächlich zur Erleichterung der Einrichtungsarbeiten an der Rotationsmaschine vorgesehen und treibt über ein Getriebe und eine Überholungskupplung den Hauptmotor mit ungefähr $^1/_{50}$ von dessen Höchstgeschwindigkeit an.

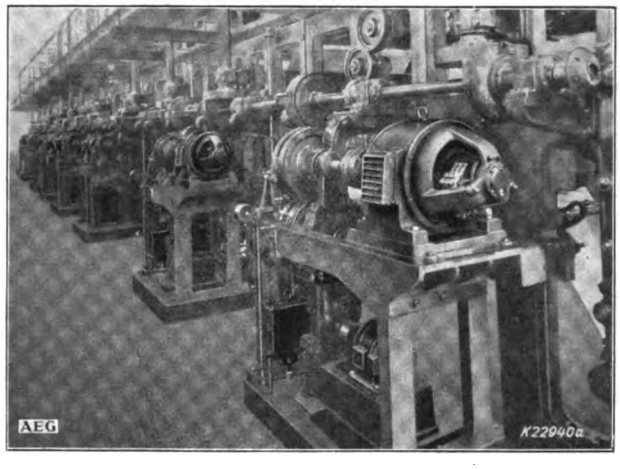


Abb. 2. Achtfach-Rotationsmaschinen-Antrieb mit Haupt- und Hilfsmotoren.

Die Steuerung der Hauptmotoren erfolgt durch Druckknöpfe „Schneller" und „Langsamer". Sie schalten über Schütze einen kleinen Hilfsantrieb für den Drehtransformator und die Bürstenbrücke des Ds-Ns-Kommutatormotors, durch deren Verstellung die Geschwindigkeit dieses Motors in bekannter Weise feinstufig und verlustlos geregelt werden kann. Überall verteilte Druckknöpfe „Halt" geben ferner die Möglichkeit, die Maschine auf schnellstem Wege durch elektromagnetisch betätigte Bremsen stillzusetzen.

Ein ähnlicher Antrieb wurde ebenfalls nach Holland für eine Anlage in einer Druckerei und Zeitung geliefert.

In ihren Ausmaßen eine der größten Rotationsmaschinenanlagen in Europa ist für eine Pariser Zeitung von der MAN erbaut; ihre Antriebsausrüstung lieferte die AEG. Die Leistungsfähigkeit dieser Maschine beträgt 200 000 Zeitungen von je 16 Seiten in der Stunde. Die Maschinenanlage besitzt bei einer Bauhöhe von etwa 6 m eine Länge von etwa 30 m. Sie besteht aus 12 Druckwerken und 8 Falzapparaten, die hintereinander angeordnet sind und durch 8 Teilantriebe für eine Gesamtleistung von 370 PS angetrieben werden (Abb. 2). 72 Druckknopftafeln für Kommandos „Vorrücken", „Lauf", „Schneller", „Langsamer" und „Halt" und eine weitere große Zahl von Einzeldruckknöpfen für das Kommando „Halt" sind an der Maschine angebracht. Zur raschen Stillsetzung im Falle der Gefahr sind 20 elektromagnetisch betätigte Bandbremsen und 8 elektromagnetisch arbeitende Lamellenbremsen vorgesehen.

Digitized by Google

Da bei der großen Leistungsfähigkeit der Anlage die Maschine nur etwa 1 h am Tage läuft, um die ganze Auflage zu drucken, brauchte man nicht auf besonders guten Wirkungsgrad der Motoren im Regelungsbetrieb Rücksicht zu nehmen. Es wurden deshalb Asynchronmotoren mit Regelanker geliefert, die durch motorisch betätigte Schaltwalzen und luftgekühlte Widerstände in ihrer Geschwindigkeit geregelt werden. Die Steuerung dieser ebenfalls nach dem Haupt- und Hilfsmotorprinzip arbeitenden Anlage weicht von jener der oben beschriebenen Anlage dadurch ab, daß hier häufig die Teilantriebe im mechanisch gekuppelten Zustande parallel arbeiten müssen. In diesem Falle müssen auch die den Teilantrieben zugeordneten Schaltapparate elektrisch verbunden werden. Zur Sicherung gleicher Lastverteilung zwischen den gekuppelt betriebenen Motoren werden die zugehörigen Schaltwalzen in diesem Falle mechanisch gekuppelt. Zur Erfüllung dieser und anderer Betriebsbedingungen, die durch die Konstruktion der Rotationsmaschine und deren Betriebsweise gegeben waren, wurden etwa 80 Schütze und Relais erforderlich. Diese wurden mit den Schaltwalzen in einem Schaltschrank zusammengebaut.

Deutsche gittergesteuerte Quecksilberdampf-Gleichrichter im Auslande.

Der Quecksilberdampf-Gleichrichter als Umformungsmittel von Wechselstrom bzw. Drehstrom in Gleichstrom hat sich in verhältnismäßig kurzer Zeit unter Zurückdrängung der umlaufenden Umformer ein großes Verwendungsgebiet erobert. Wenn man auch in den ersten Jahren der Entwicklung, also insbesondere in dem ersten Jahrfünft nach dem Weltkrieg, im Hinblick auf die ganz neue Technik des hier erforderlichen Hochvakuums mit Lieferungen zurückhielt, so gewann man doch bald auf diesem neuen Gebiete so viel Erfahrung und Sicherheit, daß man schon vor etwa 10 Jahren aus dieser Zurückhaltung heraustreten und Gleichrichter für alle vorkommenden Spannungen und Verwendungszwecke ohne Bedenken und, wie die Erfahrung lehrte, mit vollem Erfolg überallhin zu liefern beginnen konnte.

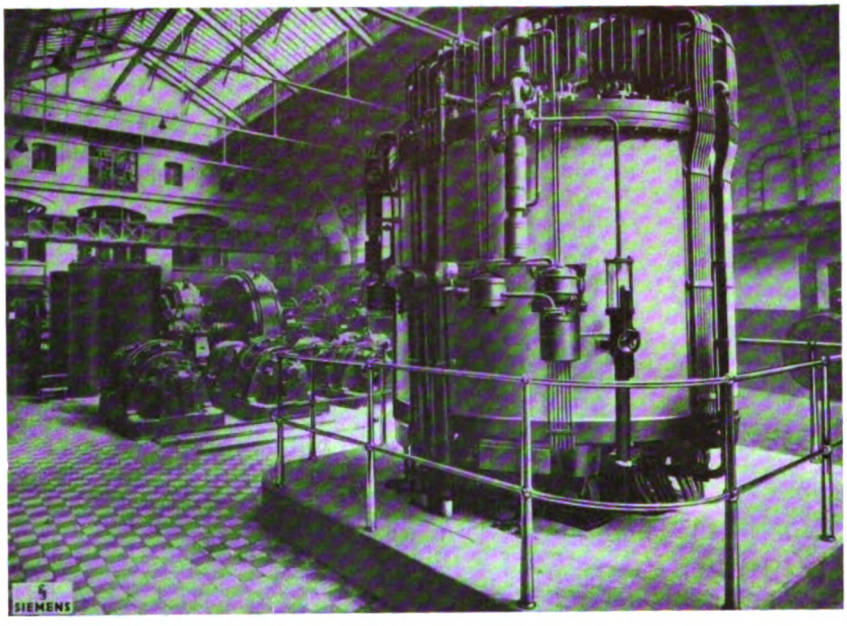


Abb. 1. Gittergesteuerter Großgleichrichter für 6250 A, 460/520 V.

Erst als man die Technik der Quecksilberdampf-Gleichrichter mit sozusagen „natürlicher" Steuerung vollkommen beherrschte, konnte man daran gehen, die schon fast 30 Jahre grundsätzlich bekannte Beeinflussung der Entladungsvorgänge durch „gesteuerte Gitter" in die Praxis einzuführen. Es eröffnete sich hier eine außerordentliche Mannigfaltigkeit neuer Anwendungen, die inzwischen weitgehend im technischen Schriftwesen erörtert worden sind. Selbstverständlich war auch auf dem neuen Sondergebiet der „Gittersteuerung" noch eine ganze Reihe von Erfahrungen zu sammeln: die inzwischen in raschem Flusse fortgeschrittene deutsche Technik konnte jedoch bald die auftretenden Schwierigkeiten überwinden, so daß man schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit keine Bedenken zu tragen brauchte, gittergesteuerte Gleichrichter überallhin zu liefern. Die meisten dieser Anlagen dienen zur Speisung öffentlicher Licht- und Kraftnetze und elektrischer Bahnen. Bemerkenswert ist auch die Verwendung von gittergesteuerten Hochspannungsgleichrichtern für Sendestationen, bei denen der Quecksilberdampf-Gleichrichter bei der Lieferung der Anodenspannung gerade für die größten Leistungen und höchsten Spannungen (bei den letzten Verstärkerstufen) alle anderen Gleichstromerzeuger in außerordentlich kurzer Zeit vollständig verdrängt hat.

Bei der Steuerung der Gitter, d. h. ihrer Beaufschlagung mit positiven Zünd- und negativen Sperrimpulsen, haben sich bis jetzt vorwiegend 2 Methoden durchgesetzt: die mechanische Kontaktsteuerung und die ruhende magnetische Stoßsteuerung. Grunderfordernis jeder derartigen Steuerung ist ihr synchroner Lauf mit dem den Stromrichter speisenden Netz: bei der Kontaktsteuerung wird dies durch einen Synchronmotor sichergestellt, der die Kontaktgebung über Schleifringe und Bürsten bewirkt; bei der ruhenden Steuerung wird der Synchronismus durch transformatorische (magnetische) Verkettung mit dem Primärnetz erreicht. Bei beiden Methoden muß das Einsetzen der positiven Zündimpulse nach Bedarf und mit mehr oder minder großer Genauigkeit verschiebbar sein, um den Zweck der Regelung zu erreichen; beide Steuerarten haben sich in der Praxis bewährt.

Die Siemens-Schuckertwerke, Berlin, lieferten außer einer größeren Anzahl von gittergesteuerten Glasgleichrichter-Anlagen folgende Groß-Gleichrichteranlagen mit Gittersteuerung ins Ausland: Für das Um-

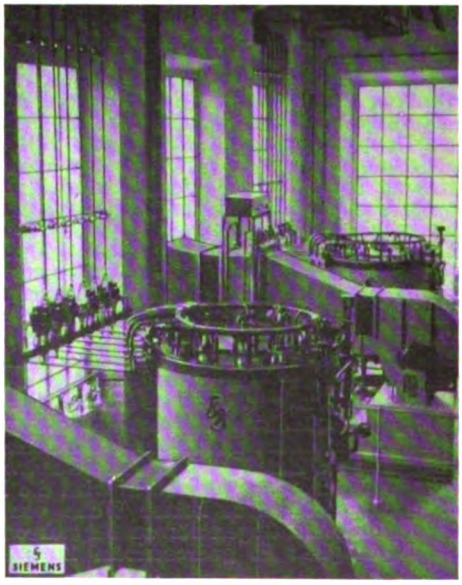


Abb. 2. Gittergesteuerter Großgleichrichter für die italienischen Staatsbahnen.

Digitized by Google

formerwerk Puteaux in Paris (Abb. 1): 1 Gleichrichter für eine Dauerleistung von 6250 A bei 460/520 V. Der Apparat ist für 2 h auf 7800, für 15 min auf 9375 und für ½ min auf 12 500 A überlastbar. Weiter für die Italienische Staatsbahn im Unterwerk Vaioni: 2 gittergesteuerte Gleichrichter für 666 A bei 3000 V. Diese Apparate sind überlastbar um 50 % während 2 h und 200 % während 5 min (Abb. 2). Ferner für das Elektrizitätswerk Aalborg in Dänemark: 2 Gleichrichter für je 2500 A Dauerlast bei 430/500 V. Die gleiche Leistung haben 2 Gleichrichter für das Elektrizitätswerk Aarhus in Dänemark, während das Elektrizitätswerk Odense in Dänemark 2 Gleichrichtergefälle von je 1500 A Dauerlast ebenfalls bei 450/500 V erhalten hat.

An Gleichrichtern für Sender lieferten die SSW für den Großsender Wien der RAVAG (Sendestation Bisamberg): 1 Gefäß für 50 A bei 13 000 V, Abb. 3, für den Großsender Nanking in China: 1 Hochspannungs-Gleichrichter für eine Leistung von 50 A bei 14 000 V und für

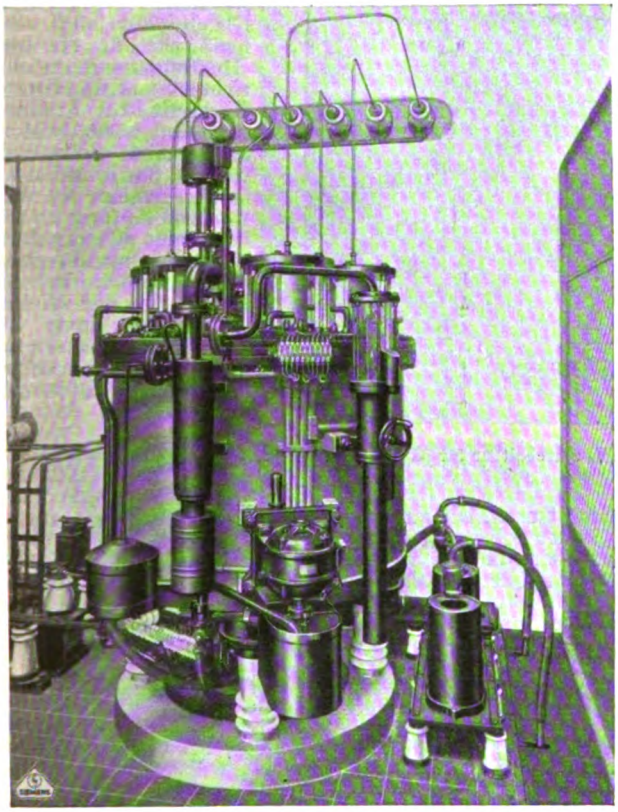


Abb. 3. Gittergesteuerter Hochspannungs-Großgleichrichter der SSW für RAVAG, Wien, Großrundfunksender Wien, 50 A, 13 000 V.

die Sendestationen Madona und Goldingen in Lettland: je 1 gittergesteuerten Hochspannungs-Gleichrichter für 15 A bei 18 000 V.

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, zeigt das europäische wie überseeische Ausland ein sehr erfreuliches Vertrauen zu diesen gittergesteuerten Gleichrichtern.

Eine der ersten Anlagen gittergesteuerter Stromrichter der Allgemeinen Elektricitäts-Ges., Berlin, versorgt ein kleines Gleichstrom-Lichtnetz im Versorgungsgebiet des Elektrizitätswerkes Halmstad in Schweden (Abb. 4). Nach einem Patente der AEG wird durch eine Wechselspannung an den Gitterelektroden, deren Phasenlage gegenüber der Anodenspannung verschoben wird, die Zündung des Lichtbogens verzögert und damit der Mittelwert der Gleichspannung vermindert. In der einfachsten Anordnung bewirkt dies ein kleiner Drehtransformator, der in dieser Anlage selbsttätig durch einen von der Gleichspannung gesteuerten Antrieb verstellt wird. Die stufenlose Gitterregelung kommt dem selbsttätigen Betrieb besonders zugute.

Eine Anlage gleicher Größe für Regelung von Hand hat die AEG für das Elektrizitätswerk Kalisz in Polen geliefert.

Man kann gelegentlich den Regelbereich bei der Gittersteuerung ohne Mehraufwand nach unten erweitern. Dieses Regelverfahren bietet eine sehr billige Lösung für die bisher schwierige Aufgabe, ein spannungslos gewordenes Lichtnetz wieder hochzufahren. Der niedrige

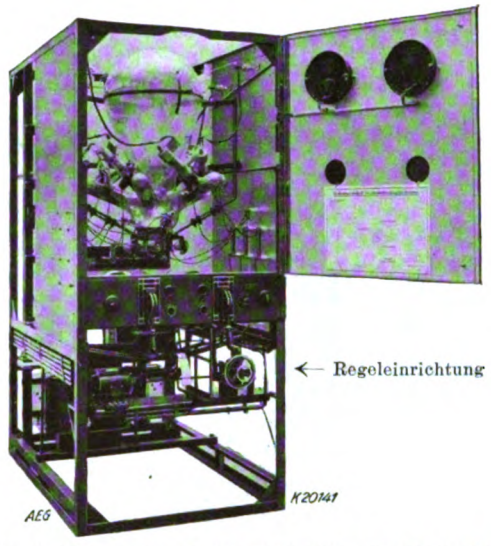
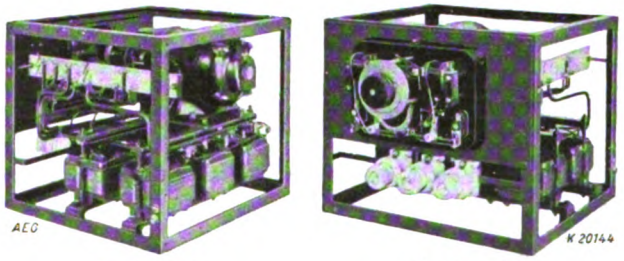


Abb. 4. Gittergesteuerte Glasgleichrichter für 350 A, 238 V in Halmstad (Schweden).

Widerstand kalter Glühlampen verursacht beim Daraufschalten einer höheren Spannung einen Stromstoß, der sofort wieder zum Ausschalten der Stromquelle führt. Das Elektrizitätswerk Roskilde in Dänemark ließ sein im Jahre 1930 von der AEG erbautes Glasgleichrichter-Unterwerk mit 2 stufengeregelten Einheiten für je 350 A bei 500 V nachträglich für Gitterregelung einrichten. Es mußte hierbei als Regeleinrichtung ein kleines Zusatzgerät (Abb. 5) hinzugefügt werden. Bleibt jetzt die Drehstromspannung weg, so wird selbsttätig der Drehregler auf völlige Sperrung der Anoden gesteuert.

Eine ähnliche Aufgabe wird, wenn auch in viel größerem Maßstabe, von der im Jahre 1932 für das Elektrizitätswerk Norrköping (Schweden) errichteten Eisengleichrichteranlage für 4000 A (Abb. 6) erfüllt. Diese Anlage kann mittels Umschaltanzapfungen am sekundär sechsphasigen Hochspannungstransformator für 3075 V, 50 Hz, sowohl 450 ··· 535 V für das Lichtnetz als auch 600 V Gleichstrom für das Bahnnetz liefern. Die Spannung wird im Lichtbetrieb durch einen Regelschalter in groben Stufen eingestellt, zwischen denen man mittels der Gittersteuerung stufenlos regeln kann. Auch hier wird selbsttätig für langsames Hochregeln der Spannung nach Störungen gesorgt. Bei Bahnbetrieb wird die Spannung nur mittels Gittersteuerung selbsttätig gleichgehalten. Wie gut die Anlage den ihr gestellten Aufgaben gerecht geworden ist, mag folgende Nachricht aus der schwedischen Zeitschrift „ERA", März 1934, bestätigen:

„In Norrköping ist der gittergesteuerte Gleichrichter sowohl für das Beleuchtungsnetz als den Straßenbahnbetrieb



Rückansicht Vorderansicht

Abb. 5. Zusatzgerät für Gitterreglung.

vorgesehen. Derselbe ist von der AEG für 4000 A, 450 ··· 600 V, gleichstromseitig geliefert und hat sowohl Stufenregelung als Gittersteuerung für Aufregelung der Spannung. Die Anlage erhielt ihre Feuertaufe bei einer Ausschaltung der Primärkraft in diesem Winter, wobei die Wiedereinschaltung des Netzes dank dem Gleichrichter ohne Schwierigkeiten erfolgen konnte."

Digitized by Google

Eine weitere Anlage für 3000 A, deren Gleichspannung betriebsmäßig von 470/510 V nur mittels der Gitter geregelt wird, ist kürzlich von dem El.-W. Esch in Luxemburg in Betrieb genommen worden. Der Gleichrichter ist an das Drehstromnetz von 5100 V, 50 Hz, über einen Druckgasschalter und einen Transformator angeschlossen, dessen

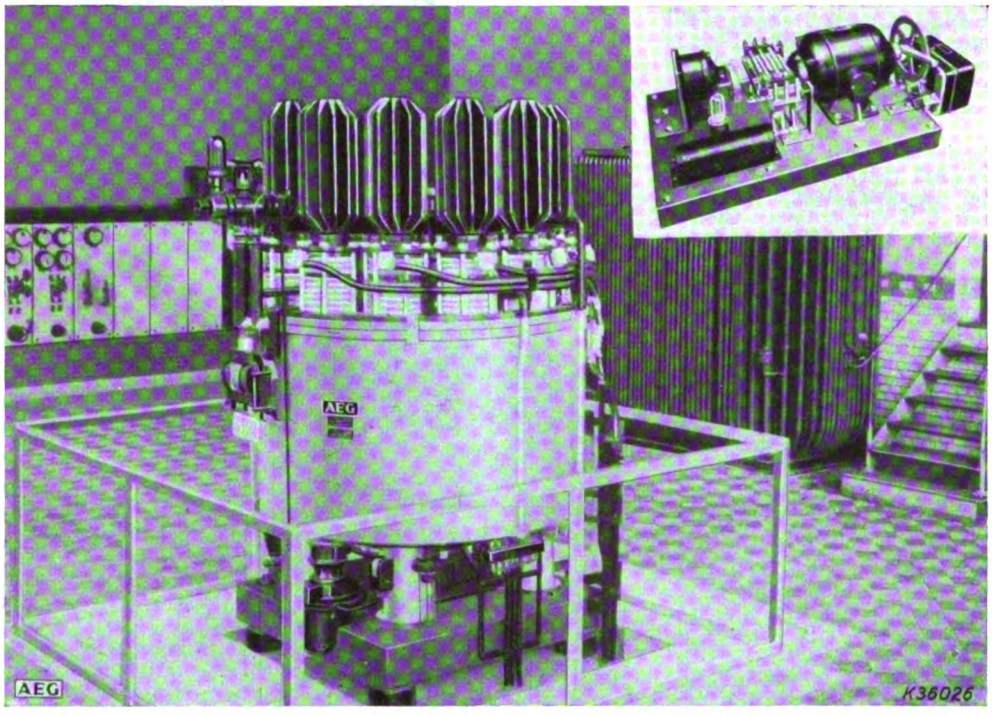


Abb. 6. Gittergesteuerter Eisengleichrichter der AEG, 4000 A, 450 ··· 535 V, umschaltbar für 3330 A, 600 V; EW. Norrköping (Schweden).

Sekundärseite, um Oberwellen auf der Gleichstrom- und auf der Drehstromseite herabzudrücken, zwölfphasig ausgeführt worden ist. Im normalen Betrieb kann die Spannung mittels eines Drehknopfes auf der Schalttafel verstellt werden, oder sie wird selbsttätig so geregelt, daß sie an einem von 6 Speisepunkten, welcher mittels einer Steckvorrichtung ausgewählt werden kann, auf einem gleichbleibenden Wert gehalten wird. Die Gitterspannung setzt sich zusammen aus einer dauernd vorhandenen negativen Vorspannung und aus einer Wechselspannung, deren Phasenlage durch einen kleinen Drehtransformator verändert werden kann. Für den Schutz der Gleichstromseite wird wie in der oben erwähnten 4000 A-Anlage ein Schnellschalter verwendet, und zwar die neuere Form Gearapid mit Polarisationsmagnet, der eine größere Abschaltgeschwindigkeit und größere Empfindlichkeit bei Rückstrom bewirkt. Auch die Wasserkühlung des Gleichrichters ist, wie in der Anlage Norrköping, mit selbsttätiger Reglung ausgebildet.

Die Gitterreglung, welche auch noch andere wichtige technische Aufgaben, wie z. B. die Umrichtung von Wechselstrom aus der einen Frequenz in eine andere, insbesondere Umrichtung von Drehstrom 50 Hz in Einphasenstrom von 16⅔ Hz für die Energieversorgung von Bahnen, die Drehzahlreglung von Motoren und andere zu bewältigen gestattet, wofür in Deutschland auch bereits praktische Ausführungen vorliegen, hat sich bei Gleichrichterlieferungen für das Ausland bereits gut bewährt. Sie wird in Zukunft nicht nur bei solchen Anlagen, sondern auch noch zur Lösung von anderen Aufgaben herangezogen werden.

Die Brown, Boveri & Cie. AG. in Mannheim hat bald nachdem es ihr gelungen war, den Gleichrichter zu einem ebenso betriebsicheren Apparat zu machen, wie es der rotierende Umformer schon lange war, eine große Reihe von Eisen- und Glas-Gleichrichteranlagen ins Ausland geliefert. Die ersten umfangreichen Lieferungen an Großgleichrichtern erfolgten im Jahre 1927 an die Sowjetunion, die damals mit dem Umbau ihrer alten Bahnanlagen und der Elektrisierung neuer Bahnstrecken begann. Die Stadt Leningrad stellte ihr ausgedehntes Straßenbahnnetz auf reine Gleichrichterspeisung um und gab hierfür Brown Boveri in Mannheim 29 Großgleichrichter für je 1000 A, 600 V, also insgesamt für 17 400 kW in Auftrag. Die sehr guten Erfahrungen, die mit diesen Gleichrichtern gemacht wurden, führten dann dazu, daß die Elektrisierung der Moskauer Vorortbahn in den Jahren 1928/1930 mit 1650 V Gleichspannung, ebenfalls Brown Boveri in Auftrag gegeben wurde. Zur Aufstellung kamen im ganzen neun Gleichrichtergruppen, für je 1000 kW bei 1650 V, insgesamt für eine Nennleistung von 9000 kW, jede überlastbar auf 3000 kW während 1 min und für vollselbsttätigen Betrieb eingerichtet. Diese in vier Unterwerken aufgestellten Gleichrichter sind auch heute noch die einzigen Hochspannungsgleichrichter ausländischer Herkunft in Rußland und sind wiederholt in technischen Zeitschriften der Sowjetunion lobend erwähnt worden, weil von Anfang an mit ihnen eine störungsfreie Bahnspeisung durchgeführt werden konnte. Da infolge der Gleichrichterentwicklung die Vorzüge von Gittern bereits damals durch praktische Erfahrungen auf deutschen Anlagen klar erkannt worden waren, rüstete die Firma diese Zylinder mit Gittern aus, was zweifellos wesentlich zu der großen Betriebsicherheit dieser Zylinder beigetragen hat. In der Folge wurden dann von der Firma nur noch Gleichrichter mit den ihr geschützten Gittern geliefert. Eine Reihe kleinerer Aufträge für Straßenbahnen und Industriebetriebe folgte, so daß heute nicht weniger als 52 Großgleichrichter von BBC mit insgesamt 34 750 kW in der Sowjetunion in Betrieb sind.

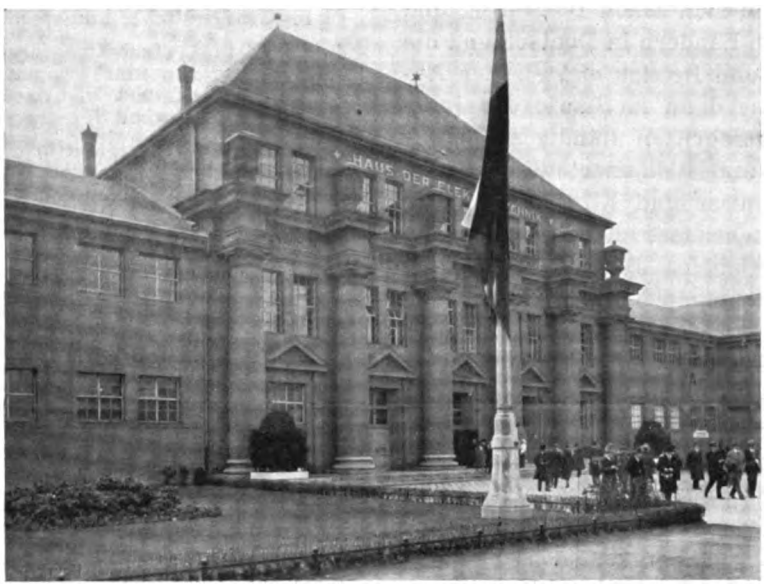
Weiter verdient die Lieferung an die französischen Staatsbahnen Erwähnung, zur Speisung der Vorortstrecke St. Germain. Es handelt sich um sechs Gleichrichtergruppen für je 1500 kW bei 2300 A, bei einer Spannung von 650 V, überlastbar auf 4600 A während 1 min. Die sechs Gruppen sind auf drei Unterwerke verteilt, von denen zwei für selbsttätigen Betrieb in Verbindung mit einer Fernsteuerung vom Stationsgebäude aus eingerichtet sind. Eine andere Gleichrichteranlage dient zur Speisung der großen Krananlage des Hafens von Marseille. Bei ihr wurde der besondere Vorzug des Gleichrichters ausgenutzt, daß seine Wirkungsweise unabhängig von der Frequenz des speisenden Netzes ist. Dadurch wird es möglich, ihn bei geeigneter Bemessung der vorgeschalteten Transformatoren abwechselnd von Netzen verschiedener Frequenz zu betreiben. In diesem besonderen Fall kann die Anlage je nach Wunsch von einem 13 000 V-Netz mit 25 Hz oder von einem 7500 V-Netz mit 50 Hz betrieben werden, so daß auf diese Weise entsprechend der Wichtigkeit der Anlage die notwendige Sicherheit gegen Versagen der Stromlieferung geschaffen werden konnte. In letzter Zeit wurden BBC zwei vollständige Gleichrichtergruppen zur Speisung einer Grubenbahn in Frankreich mit 1500 V bei einer Gesamtleistung von 1200 kW in Auftrag gegeben, bei denen außergewöhnliche Überlastbedingungen zu erfüllen waren, indem sich jede 600 kW-Gruppe um 200 % auf 1800 kW während 5 min und um 500 % auf 3600 kW während 1 s überlasten läßt.

Zum Schluß möge noch eine bemerkenswerte Auslandslieferung nach den V. S. Amerika erwähnt werden. Der dorthin gelieferte Gleichrichter für 2200 kW für 400 A bei einer Gleichspannung von 5500 V dient zur Speisung einer Elektrolyseanlage und ist z. Z. die größte Hochspannungs-Gleichrichtergruppe der Welt.

Digitized by Google

Die Schlüsselstellung der Großen Technischen Messe und Baumesse Leipzig im Welthandel.

Nicht jedes Land verfügt über einen derart machtvollen Wirtschaftsexponenten wie Deutschland in der Großen Technischen Messe und Baumesse Leipzig. Gestützt auf die jahrhundertalte Tradition der Leipziger Mustermessen sahen auch die Industrien der Produktionsmittel in einer technischen Messe den besten Weg, unmittelbar an den Welthandel heranzukommen. Am deutlichsten war sich wohl die Elektroindustrie des Wertes einer technischen Messe bewußt, denn bereits im Jahre 1922 schlossen sich die maßgebenden Werke der deutschen Elektroindustrie mit dem Ziele zusammen, an einer Stelle, und zwar auf der Leipziger Messe, einen Gesamtüberblick über die Erzeugung und über die Leistungsfähigkeit der deutschen elektrotechnischen Industrie zu geben. So wurde das „Haus der Elektrotechnik“ (Abb. 1 u. 2) der Platz, den jeder deutsche Fabrikant elektrotechnischer Erzeugnisse benutzt, um seine Erzeugnisse und Konstruktionsverbesserungen in würdiger Form zu zeigen und den Interessenten aus aller Welt anzubieten.



Trotz aller Wirtschaftskrisen ist die Elektrotechnik mehr als jede andere Industrie stets dem Messegedanken treu geblieben. Selbst die schwersten Jahre konnten den gesunden Optimismus der Fabrikanten nicht erschüttern. Es zeigte sich immer wieder, daß die Messe ein weiterer, wenn mitunter auch kaum merkbarer Schritt nach vorwärts war. Alle am deutschen Elektromarkt interessierten Kreise des Welthandels haben sich immer mehr daran gewöhnt, technische Neuerungen und Verbesserungen erstmalig in Leipzig ausgestellt zu sehen. Wenn man heute sagt, daß diese Gewohnheit zur zwingenden Voraussetzung für die Entwicklung der deutschen Elektrotechnik geworden ist, so sagt man damit dem Fachkundigen nichts Neues. Man sagt aber auch dem ausländischen Besucher der Großen Technischen Messe und Baumesse Leipzig, die in diesem Frühjahr wieder ihre Tore — und zwar in der Zeit vom 3. bis 10. März — öffnet, nur eine geläufige Tatsache, denn das Ausland, und zwar gleichgültig ob Kontinent oder Übersee, kennt schon längst den Weg zur deutschen Industrie über Leipzig. Die Große Technische Messe und Baumesse ist der bekannte Auslösepunkt des deutschen Exports, und zwar steht die Elektrotechnik schon insofern im Vordergrund, als sie mit ihrer Vielseitigkeit den täglichen Fortschritt bestimmt. Diese Vielseitigkeit ist gerade der Anreiz für den ausländischen Besucher, denn je größer die Möglichkeit eines neuen Verdienstes, desto fester bleibt der Ausländer mit dem deutschen Markt und mit der deutschen Wirtschaft verankert.

Oben: Haus der Elektrotechnik.

Unten: Blick in die Haupthalle desselben.

Digitized by Google

Die deutschen Verbandsbestimmungen auch für deutsche Anlagen im Auslande.

Aus den Erfahrungen der deutschen elektrotechnischen Industrie haben sich schon frühzeitig, und zwar erstmals von allen Ländern in Deutschland die Vorschriften für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen entwickelt. Diese dann im Laufe der Jahrzehnte gemäß den Fortschritten ständig ausgebauten, nach und nach vervollkommneten und auch alle Witterungsverhältnisse und Klimate in Rücksicht ziehenden Vorschriften, Regeln, Leitsätze und Normen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker geben die bestimmte Gewähr, daß die danach gebauten Anlagen vom Tage der Inbetriebsetzung ab ihre Aufgaben erfüllen und bei richtiger Wartung nur geringe Unterhaltungskosten beanspruchen.

Daß diese Bestimmungen auch den Ansprüchen im Ausland, also unter anderen klimatischen Verhältnissen, gerecht werden, bezeugen in der Tat die ungezählten deutschen Anlagen, die seit Beginn des elektrotechnischen Zeitalters in allen Ländern der Erde in Betrieb gekommen sind.

Die Regeln und Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker können demnach in die Lieferungsbedingungen der Abschlußverträge jedes Landes aufgenommen werden, zumal die danach aufgebaute Fabrikation mit Spezialwerkzeugmaschinen und am laufenden Bande neben einer präzisen auch eine preisgemäße Ausführung gewährleistet.

Von den Verbandsbestimmungen sind bis jetzt folgende in fremde Sprachen übertragen worden:

1. (VDE 0100) Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V (V.E.S. 1.) in portugiesischer Sprache
2. (VDE 0101) Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber (V.E.S. 2.) in portugiesischer Sprache
3. (VDE 0105) Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen (V.B.S.) in portugiesischer und spanischer Sprache
4. (VDE 0111) Leitsätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber (L.S.G.) in portugiesischer Sprache
5. (VDE 0125) Leitsätze für die Berücksichtigung elektrischer Anlagen bei der Ausführung von Bauten in portugiesischer und spanischer Sprache
6. (VDE 0250) Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen (V.I.L.) in englischer, französischer, portugiesischer, spanischer Sprache
7. (VDE 0252) Vorschriften für umhüllte Leitungen in englischer, französischer, portugiesischer, spanischer Sprache
8. (VDE 0255) Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen (V.S.K.) in englischer, französischer, portugiesischer und spanischer Sprache
9. (VDE 0414) Regeln für Wandler (R.E.W.) in englischer und spanischer Sprache
10. (VDE 0418) Regeln für Elektrizitätszähler (R.E.Z.) in englischer und spanischer Sprache
11. (VDE 0530) Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen (R.E.M.) in englischer, französischer, portugiesischer, spanischer Sprache
12. (VDE 0532) Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren (R.E.T.) in englischer, französischer, portugiesischer und spanischer Sprache
13. (VDE 0535) Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren auf Bahnen und anderen Fahrzeugen (R.E.B.) in spanischer Sprache.

Diese in den jeweiligen Landessprachen gedruckten deutschen Verbandsvorschriften sind bei den Vertretern der deutschen Firmen im Auslande zu erhalten und werden auf Verlangen auch direkt vom Verband Deutscher Elektrotechniker, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, überallhin versandt.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Bergisch-Land, Elberfeld. 19. II. (Di), 20 h, „Saal der Technik“: 1. „Regulierb. Drehstrommotor.“ J. Bruncken. 2. „Mechan. Reguliergetriebe.“ Dir. Niemann.

VDE, Gau Oberschlesien, Gleiwitz. 21. II. (Do), 17 h, Donnersmarckhütte: „Wirtsch. u. techn. Vorteile b. d. Verwend. v. Hochsp.-Hochleistungs-Sich.“ Dipl.-Ing. König.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 19. II. (Di), 20 h, T. H.: „Anwend. d. Elektrizität auf Flughäfen.“ cand. el. Kreutzträger.

VDE, Gau Köln. 15. II. (Fr), 20 h, Lese-Gesellschaft: „Elektrochemie im Dienste der einheim. Rohstoff-Versorg.“ Dr. Walde.

VDE, Gau Kurpfalz, Mannheim. 22. II. (Fr), 20 h, Vereinslokal Otto-Beck-Str. 21: „Die techn. Grundl. d. Gasentladungs-Umformer.“ Prof. Hueter.

VDE, Gau Südbayern, München. 20. II. (Mi), 20 h, T. H.: „Öllose Hochleistungschalter.“ Obering. Mayr.

VDE, Gau Pommern, Stettin. 22. II. (Fr), 20 h 15 m, Konzerthaus: „Die Stromverteilung in Stettin.“ Obering. Drexler.

Deutsche Maschinentechn. Gesellschaft, Berlin. 19. II. (Di), 19 h, Gr. Saal, Ingenieurhaus: „Neuerungen im Kraftwagenbau“ (m. Lichtb.). Reichsbahnrat Philipp.

Abschluß des Heftes: 8. Februar 1935.

Für die Schriftleitung (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 21. Februar 1935 | Heft 8

Ermittlung der Festigkeit elektrischer Freileitungen auf Grund des Reißdiagrammes.

Von Dipl.-Ing. **Béla Prause**, Budapest.

Übersicht. In der vorliegenden Arbeit wird auf zeichnerischem Wege die Bemessung elektrischer Freileitungen mit Hilfe des Reißdiagramms (Spannungs-Dehnungs-Kurve) unter besonderer Berücksichtigung großer Zusatzbelastungen bestimmt. Ferner wird die Prüfung und Bestimmung der Dehnungsverhältnisse der Leitungen durchgeführt.

Zur Bestimmung der Abmessung von Freileitungen ist in der Literatur eine Reihe verschiedener Lösungen vorhanden. Im folgenden wird ein neues Verfahren gezeigt, mit dem es möglich ist, auf einfache Weise die wichtigsten Abmessungen der Leitungen zu bestimmen. Die bisherigen Verfahren gehen von einem konstanten Elastizitätsmodul aus, während in Wirklichkeit die Dehnungsverhältnisse nur bis zur Grenze der gleichförmigen Dehnung konstant sind und sich, wenn sie diese Grenze überschreiten, nach dem Reißdiagramm ändern. Da eine Leitung über die Grenze der gleichförmigen Dehnung hinaus durch eine Zusatzlast, wenn auch nur für kurze Zeit, belastet sein kann, ist es angebracht, den veränderten Dehnungsverhältnissen Rechnung zu tragen. Bei den folgenden Rechnungen werden nachstehende Bezeichnungen verwendet:

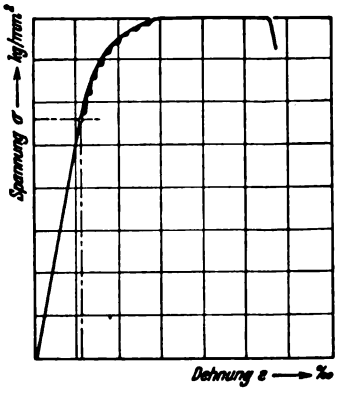


Abb. 1. Reißdiagramm eines vorgereckten Seiles.

f	Durchhang	cm
δ	Eigengewicht der Leitung je m und mm²	kg/cm³
δ_e	Eigengewicht der Leitung und der Zusatzlast je m und mm²	kg/cm³
a	Spannweite	cm
σ_e	zulässige Spannung	kg/cm²
σ	bei der Temperatur t ° C entstehende Spannung	kg/cm²
t	Temperatur	° C
E	Elastizitätsmodul	kg/cm²
ϑ	Wärmeausdehnungszahl (je ° C)	
φ	Durchhang in % der Spannweite	
γ	spezifisches Gewicht der Leitung	kg/cm³
λ	Faktor der kritischen Spannweite	cm³/kg
q	Querschnitt der Leitung	mm²

Das bekannte Verfahren von Johann Singer[1]) kommt zu folgenden Grundgleichungen:

$$t = \frac{8}{3\vartheta}\varphi^2 - \frac{\delta a}{8\vartheta E}\frac{1}{\varphi} \qquad (1)$$

Wenn für φ feste Werte eingesetzt werden, bekommen wir die Gleichung $t = F_1(a)$, die eine Schar von Geraden liefert. Es ist ferner

$$t = \frac{\delta^2 a^2}{24\vartheta\sigma^2} - \frac{1}{E\vartheta}\sigma \qquad (2)$$

[1]) Elektrotechn. u. Maschinenbau Bd. 38, S. 525 (1920).

Wenn in diese Gleichung für σ = konst. Werte gesetzt werden, gewinnen wir die Gleichung $t = F_2(a)$ und damit eine Schar von Parabeln. Diese beiden Gleichungen beziehen sich aber nur auf den Zustand der auf unbeweglichen Isolatoren hängenden Leitungen.

Um die graphische Darstellung auch bei großen Zusatzlasten benutzen zu können, muß das Reißdiagramm hinzugezogen werden. Wird in der Gleichung (2) statt E die σ entsprechende Dehnungsverhältniszahl ε eingesetzt, die wir aus einem Reißdiagramm (Abb. 1) ablesen, so bekommen wir entsprechend dieser Dehnung stets eine andere Parabel (Abb. 2). Von der Ordinate schneidet diese nicht gleiche, sondern stets wachsende Stücke ab. Die φ-Kurven bleiben Gerade bis zur Grenze der gleichmäßigen Dehnung, solange sie also die entsprechenden σ-Parabeln

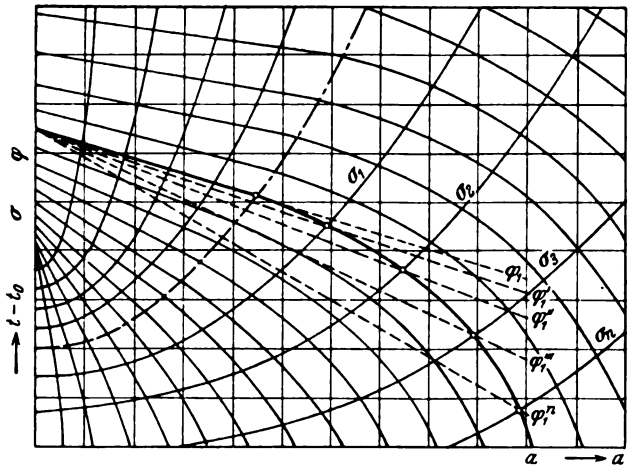


Abb. 2. Rechentafel für Freileitungen mit Berücksichtigung des Reißdiagramms des Seiles.

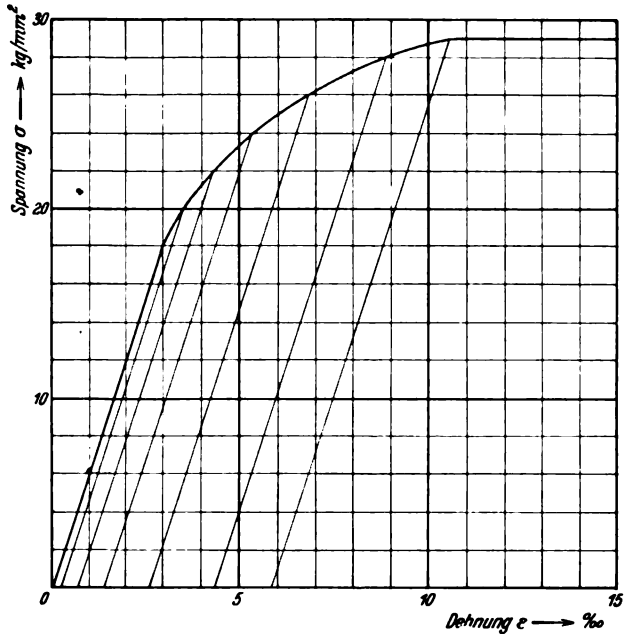
nicht schneiden. Wenn die Werte von φ_1 bei den Spannungen $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 \cdots \sigma_n$ ermittelt werden sollen, dann muß der zu dem Wert σ_1 gehörige Elastizitätsmodul E_1 dem Reißdiagramm (Abb. 1) entnommen werden. Die Richtungstangente der entsprechenden φ'_1-Geraden wird anders, während der Achsenpunkt derselbe bleibt. Dasselbe gilt für $\varphi''_1, \varphi'''_1$ usw., und man erhält demnach eine durch den Achsenpunkt von φ_1 durchlaufende Geradenschar (s. Abb. 2). Die zu suchenden Unbekannten sind t und a. Werden die beiden Gl. (1) und (2) einander gleichgesetzt und nach a aufgelöst, erhält man eine Gleichung zweiten Grades:

$$\frac{\delta^2 a^2}{24\vartheta\sigma_1^2} + \frac{\delta a}{8E_1\vartheta}\frac{1}{\varphi_1} - \frac{8}{3\vartheta}\varphi_1^2 - \frac{\sigma_1}{E_1\vartheta} = 0 \qquad (3)$$

Ihre Wurzeln sind a_1 und a_2. Somit ist also t bestimmbar. Dieses soeben beschriebene Verfahren ist sehr zeitraubend. Für die Praxis ist das graphische Verfahren einfacher. Man stellt die Schnittpunkte der $\varphi'_1, \varphi''_1 \cdots \varphi_1^n$-Geraden mit $\sigma_1, \sigma_2 \cdots \sigma_n$ fest und verbindet sie miteinander. Man bekommt somit eine dem Durchhang φ_1 entsprechende Kurve. Wird dieses Verfahren auf alle φ-Geraden ausgedehnt, dann kann man das Diagramm zeichnen (Abb. 2).

Digitized by Google

Das so erhaltene Diagramm zeigt bereits die Eigenschaften einer Seilkurve und gibt in guter Annäherung die Verhältnisse dicht vor dem Bruch des Seiles. Die erhaltenen Ergebnisse sind nur angenähert richtig, weil die Dehnungsverhältnisse des Seiles auch von der Zeit abhängen. Für

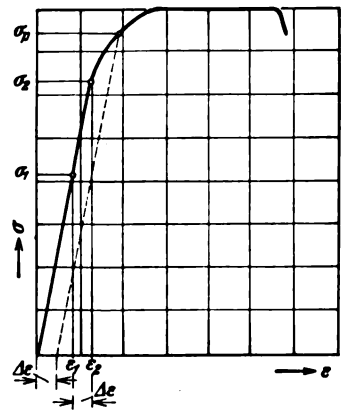


$q = 70$ mm². Seilaufbau: 12 · 2,64 mm Dmr.

Abb. 3. Reißdiagramm eines vorgereckten Aldreyseiles.

die Durchführung der Zerreißprobe muß die Länge des Seiles aus technischen Gründen verkleinert werden. Aber schon bei einer Länge von etwa 10 m bekommt man verhältnismäßig gute Ergebnisse. Wichtig ist, daß das Versuchseil möglichst oft belastet und entlastet wird. Bei dem Kabelwerk Felten & Guilleaume, Budapest, wurden solche Versuche vorgenommen. Durch Zusammenstellung einer Reihe von Belastungen wurde die Umhüllungskurve festgestellt (Abb. 3). Unter Benutzung dieser Kurve kann man dann das Diagramm zeichnen (Abb. 4). Die Spannweite muß im logarithmischen Maß angegeben werden, weil die großen Dehnungsverhältnisse ein lineares Maß nicht zulassen.

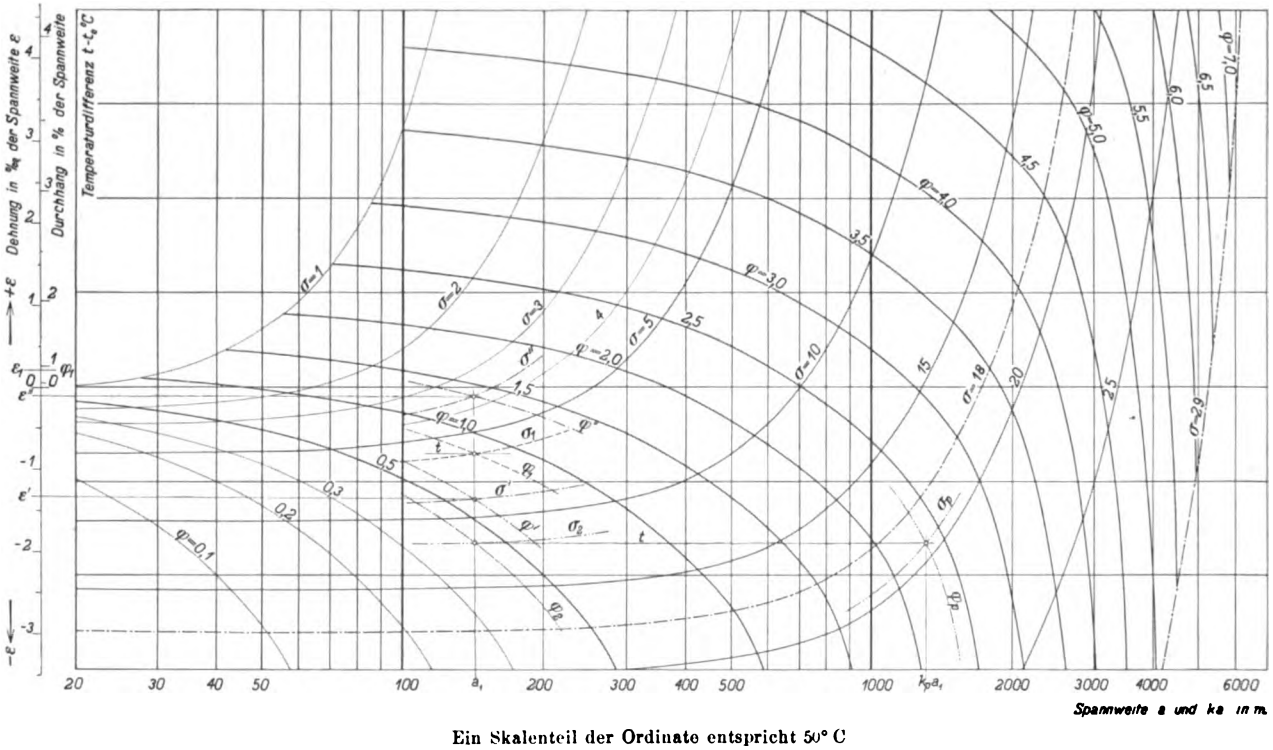
Wie groß der Fehler ist, wenn wie bei früheren Rechnungen ein konstanter Elastizitätsmodul eingesetzt wird, davon gibt das folgende **Beispiel** ein klares Bild. Im Winter 1932 kam es in Ungarn zu außerordentlich starker Rauhreifbildung, deren Folge verschiedene Leitungsbrüche waren. An einer Stelle hat sich zum Beispiel die Omega-Bindung vom Isolator abgelöst, worauf längs einer Spannweite der Reif herunterfiel und den Isolator ungleichmäßig belastete. Die Folge war, daß an einer benachbarten Stelle die Leitung bei der Durchbiegung brach. Es handelte sich um eine Aldreyleitung mit $a = 140$ m, $q = 70$ mm² und $\sigma_0 = 10$ kg/mm². Es gab Stellen, wo das Seil nur 2,5 ··· 3,0 m über der Erdoberfläche hing. Der dementsprechende Durchhang betrug 6,8 bis 6,3 m statt des normalen Wertes von 2,9 m. Wenn wir mit konstanten Dehnungsverhältnissen rechnen, finden wir, daß bei einem Durchhang von 5,56 m die Leitung schon reißen muß. Die dann ausgerechnete Zusatzlast ist 4,15 kg/m. In Wirklichkeit wurden aber Durchhänge von über 6 m gemessen, ohne daß Brüche eintraten. Aus dem Diagramm ersehen wir, daß die Leitung bei einer Zusatzlast von 6,5 kg/m und einem Durchhang von 8,7 m die Fließgrenze erreicht.



σ, σ_1, σ_2, σ_p Spannungen
ε, ε_1, ε_2 Dehnungen
$\Delta\varepsilon$ Dehnungsdifferenz bzw. bleibende Dehnung

Abb. 5. Reißdiagramm eines vorgereckten Seiles.

Am Rand des Diagramms sind die Dehnungsdaten der Leitung abzulesen (Abb. 4); man kann feststellen, wieviel die Leitung in Promille der Spannweite sich dehnte[2]).



Ein Skalenteil der Ordinate entspricht 50° C

Abb. 4. Rechentafel für Freileitungen, entwickelt für Aldreyseile nach Abb. 3.

Man kann z. B. die ursprüngliche Länge ausrechnen. Bei gegebener Temperatur schneiden wir parallel zur Abszissenachse das Dehnungsmaß als $\pm\,\varepsilon$ ab (längs des Bogens gemessen).

[2]) Die Verwertung dieser Dehnungsmaße verdanken wir Herrn Dipl.-Ing. Andreas Körner.

Digitized by Google

Soll die Leitung verkürzt werden, wie z. B. beim Ausbessern eines Seilrisses, dann bestimmt man den entsprechenden Durchhang und die Spannung wie folgt. Bei gegebener Spannweite a_1 und bei der Temperatur t sind σ_1 und φ_1 gegeben (Abb. 4). Am φ-Maßstab neben der Dehnungskala suchen wir den Wert φ_1 und den der davon abhängigen Bogenlänge ε_1, von dem die elastische Dehnung zu subtrahieren wäre, welche wir dem zugehörigen Reißdiagramm entnehmen (ε_2). Ferner wird subtrahiert der in Promille der Spannung ausgedrückte Wert der Verkürzung; dann können von dem Dehnungsmaß parallel mit der Abszissenachse auf die Ordinate der Spannweite zurückprojektierend die entstehenden Durchhänge und Spannungen abgelesen werden. Bei Temperaturschwankungen sind die veränderten Werte der Leitung festzustellen: $\varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \Delta\varepsilon = \varepsilon'$, hierbei ist $-\Delta\varepsilon$ = Verkürzung in Promille. Der entgegengesetzte Fall wäre der, daß wir ein Leitungstück einsetzen. Dann geben wir dessen Wert in Promille zur Differenz der Bogenlänge und der Elastizität an: $\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \Delta\varepsilon = \varepsilon''$, wobei $+\Delta\varepsilon$ = Verlängerung in Promille ist. Wenn infolge einer Zusatzlast in der Leitung bleibende Dehnung entsteht, ist unter Berücksichtigung der Temperaturskala der Durchhang φ_1 und die Spannung σ_1 (bei $-5\,^\circ$ C). Aber vor der Zusatzlast waren φ_2 und σ_2 vorhanden. Die Differenz der beiden Dehnungen $\Delta\varepsilon$ ist dann die bleibende Dehnung (Abb. 5). Nach Auftragen der bleibenden Dehnung auf die Abszissenachse (Abb. 5) und durch Ziehen einer Parallele mit dem geraden Teil des Reißdiagrammes bekommen wir die Spannung σ_p, welche die Leitung belastete. Wenn wir die Temperatur gerade mit der σ_p entsprechenden Spannungskurve zum Schnitt bringen, dann können wir diese Zusatzlast bestimmen, welche die Leitung belastet und den damaligen Durchhang hervorgerufen hat.

In jeder Leitung gibt es solche gefährdeten Leitungsstücke, Abzweigungen usw., bei denen die Zusatzlast nicht zu entfernen ist, weil die Einrichtung hierzu sich nicht bezahlt macht. Beim Entwurf solcher Stellen ist die Benutzung von Diagrammen notwendig.

Die hier gegebenen Diagramme sind auch für andere Seile brauchbar, falls deren Reißdiagramm dasselbe ist. Die Fehler, die dabei entstehen, sind nicht annähernd so groß, als wenn wir die Dehnungsverhältnisse konstant annehmen.

Zum Schluß halte ich es für meine Pflicht, der Direktion der Felten & Guilleaume Kabelfabrik AG., die die Reißdiagramme aufgenommen hat, meinen Dank auszusprechen.

Ein Laugenprüfer zur Bestimmung des Karbonatgehaltes von Elektrolyten alkalischer Akkumulatoren.

Von H. Schmitz, Essen.

Übersicht. Die Verwendung alkalischer Akkumulatoren erfordert eine periodische Prüfung des Karbonatgehaltes der Elektrolytlaugen. Für diesen Zweck eignet sich am besten die titrimetrische Bestimmung, die bei kürzester Arbeitszeit eine hinreichende Genauigkeit gewährleistet. Aufbauend auf dieser Vorschrift wird ein tragbares Gerät beschrieben, mit dem auch chemisch nicht vorgebildete Techniker den Karbonatgehalt der Laugen am Standort der Akkumulatoren ermitteln können.

Neben dem Bleiakkumulator hat sich in den letzten Jahren der Edison-Akkumulator eine beachtliche Bedeutung auf den verschiedensten Anwendungsgebieten erringen können. Diese Entwicklung wurde durch die lange Lebensdauer und hohe mechanische Festigkeit des Edison-Akkumulators begünstigt, die seine Verwendung auch unter den schwersten Betriebsbedingungen ermöglichten. Als nachteilig, besonders für die fahrbaren Batterien in Elektrokarren, Grubenlokomotiven usw., erwies sich die Empfindlichkeit des Elektrolyten gegen die Kohlensäure der Luft, die von der Kalilauge begierig unter Bildung von Kaliumkarbonat aufgenommen wird. Der schädliche Einfluß dieser Umsetzung äußert sich in einer Verminderung der Alkalität des Elektrolyten und damit seiner elektrochemischen Reaktionsfähigkeit. Der hierdurch bedingte Abfall in der Kapazität einer Batterie kann nach Erfahrungen aus der Praxis bis über 50 % betragen, so daß allein aus wirtschaftlichen Gründen Schutzmaßnahmen ergriffen werden mußten. Eine Sicherung der Lauge vor der Einwirkung der Kohlensäure konnte durch Abänderungen im Bau der Akkumulatoren und durch die Vorschrift erzielt werden, daß der Karbonatgehalt des Elektrolyten einen oberen Grenzwert von 100 g Kaliumkarbonat im Liter der Lauge nicht überschreiten soll. Aus dieser Vorschrift ergab sich die Forderung nach einem Untersuchungsgerät, mit dessen Hilfe auch ein chemisch nicht Vorgebildeter in jedem Betrieb den Karbonatgehalt der Elektrolytlaugen aus Edison-Akkumulatoren in kürzester Zeit mit hinreichender Genauigkeit bestimmen kann.

Zur analytischen Bestimmung des Karbonatgehaltes von Alkalilaugen sind 3 grundsätzlich verschiedene Verfahren bekannt:

1. Das gravimetrische Verfahren (Austreiben der Kohlensäure mit Salz- oder Schwefelsäure und Auffangen derselben in gewogenen Mengen Natronkalk oder Kalilauge).
2. Das Fällungsverfahren (Fällen der Kohlensäure als Bariumkarbonat).
3. Die Titration mit eingestellter Säurelösung.

Das gravimetrische Verfahren ist das genaueste, kann aber wegen der dazu erforderlichen zerbrechlichen Geräte nur von Fachleuten in einem Laboratorium angewandt werden. Das Fällungsverfahren ist apparativ wesentlich einfacher durchführbar, erfordert aber mehr Arbeitszeit. Die einfachste Handhabung bei hinreichender Genauigkeit und geringer Arbeitszeit bietet die Titration der Laugen, die auf der stufenweisen Zersetzung der Karbonate durch starke Säuren im Sinne der nachstehenden Formeln beruht:

$$K_2CO_3 + HCl = KCl + KHCO_3 \qquad (1)$$

$$KHCO_3 + HCl = KCl + H_2O + CO_2. \qquad (2)$$

Die Lauge enthält außer Kaliumkarbonat noch Kaliumhydroxyd, das bei der Titration zuerst von der Salzsäure neutralisiert wird, und zwar nach der Gleichung:

$$KOH + HCl = KCl + H_2O. \qquad (3)$$

Nach der Neutralisation des Kaliumhydroxyds zersetzt die Salzsäure zunächst das Kaliumkarbonat unter Bildung von Kaliumbikarbonat, das in der zweiten Stufe dann unter Austreibung der Kohlensäure gespalten wird. Der Endpunkt der chemischen Umsetzung kann durch den Farbumschlag sog. Indikatoren erkannt werden. Man versteht darunter Farbstoffe, die in wäßriger Lösung ihren Farbton wechseln, je nachdem die Lösung alkalisch oder sauer reagiert. Bei der Titration werden nun zwei Indikatoren benutzt, die bei verschiedenen Alkalitätstufen die Farbe wechseln, so daß durch Bestimmen des Säureverbrauchs gegen den einen und anderen Indikator der Karbonatgehalt der Lauge ermittelt werden kann.

Im Laboratorium des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen ist nun auf Grund zahlreicher Versuche für dieses Untersuchungsverfahren nachstehende Arbeitsvorschrift entwickelt worden:

10 cm³ der zu prüfenden Lauge werden in einem Erlenmeyer-Kolben mit destilliertem Wasser im Verhältnis 1 : 5 verdünnt und mit einigen Tropfen einer 0,1prozentigen alkoholischen Lösung von Phenolphthalein gut vermischt. Zu der anfänglich rosa gefärbten Lösung läßt man allmählich unter kräftigem Schütteln 2 n-Salzsäure aus der Bürette zulaufen, bis die Lösung durch die Entwicklung freier Kohlensäure nach Abschluß der Reaktionen (3) und (1) farblos wird. Die Säure darf nur in dünnem Strahl allmählich zufließen und nicht in einem einzigen Guß, weil sonst die Zersetzung zu weit geht und sich falsche Werte ergeben. Die bis zu dieser Stufe der Umsetzung verbrauchte Säuremenge wird auf der Einteilung der Bürette genau ermittelt und als Phenolphthalein-Alkalität mit p bezeichnet. Zu der farblosen Lösung gibt man dann einige Tropfen einer 0,1prozentigen wäßrigen Lösung von Methylorange und läßt weiter unter starkem Schütteln Salzsäure in ganz dünnem Strahl allmählich zufließen, bis die gelbe Farbe der Lösung in Rotorange umschlägt. Mit diesem Farbumschlag ist die Gl. (2) erfüllt. Der Gesamtverbrauch an Säure wird auf der Bürette als Methylorange-Alkalität m abgelesen und aus den

Digitized by Google

Werten p und m nach folgender Gleichung der Karbonatgehalt berechnet:

$$(m - p) \cdot 2 \cdot 13{,}82 = \text{Gramm } K_2CO_3 \text{ (Kalium-Karbonat) je Liter} \quad (4)$$

Zur Erleichterung der Auswertung der bei der Titration gefundenen Werte p und m kann die Zahlentafel 1 benutzt werden, in der dem Unterschied der Werte m und p die entsprechenden Karbonatgehalte in g/l zugeteilt sind.

Zahlentafel 1. Kaliumkarbonatgehalte von Akkumulatorenlaugen bei Anwendung von 10 cm³ Lauge und 2n-Salzsäure.

$m - p = x$ cm³ 2 n-HCl			
2 n-HCl x cm³	K_2CO_3 g/l	2 n-HCl x cm³	K_2CO_3 g/l
0,1	2,7	4,1	113,3
0,2	5,5	4,2	116,1
0,3	8,3	4,3	118,9
0,4	11,1	4,4	121,6
0,5	13,8	4,5	124,4
0,6	16,6	4,6	127,1
0,7	19,3	4,7	129,9
0,8	22,1	4,8	132,7
0,9	24,9	4,9	135,4
1,0	27,6	5,0	138,2
1,1	30,4	5,1	141,0
1,2	33,2	5,2	143,7
1,3	35,9	5,3	146,5
1,4	38,7	5,4	149,3
1,5	41,5	5,5	152,0
1,6	44,2	5,6	154,8
1,7	47,0	5,7	157,5
1,8	49,8	5,8	160,3
1,9	52,5	5,9	163,1
2,0	55,3	6,0	165,8
2,1	58,0	6,1	168,6
2,2	60,8	6,2	171,4
2,3	63,6	6,3	174,1
2,4	66,3	6,4	176,9
2,5	69,1	6,5	179,7
2,6	71,9	6,6	182,4
2,7	74,6	6,7	185,2
2,8	77,4	6,8	188,0
2,9	80,2	6,9	190,7
3,0	82,9	7,0	193,5
3,1	85,7	7,1	196,2
3,2	88,4	7,2	199,0
3,3	91,2	7,3	201,8
3,4	93,9	7,4	204,5
3,5	96,7	7,5	207,3
3.6	99,5	7,6	210,1
3,7	102,3	7,7	212,8
3.8	105,0	7,8	215,6
3,9	107,8	7,9	218,4
4,0	110,6	8,0	221,1

Diese Vorschrift läßt erkennen, daß die titrimetrische Bestimmung des Karbonatgehaltes in kürzester Zeit durchgeführt werden kann. Die Farbänderungen sind ohne weiteres auch bei künstlichem Licht zu erkennen. Es wird jedoch dem chemisch Ungeübten empfohlen, zunächst einige Versuche mit Laugen bekannten Karbonatgehaltes durchzuführen, und zwar sowohl bei Tageslicht als auch bei Lampenlicht, weil die Art des Lichtes einem Ungeschulten das Erkennen des Farbumschlages erschweren kann. Wichtig ist, daß bezüglich der Säurekonzentration und Verdünnung der Lauge streng nach der oben angeführten Vorschrift gearbeitet wird, da hiervon die Genauigkeit der Untersuchung abhängt.

Um nun eine laufende Betriebsüberwachung der Akkumulatorenlaugen zu ermöglichen, wurde von Dr. Müller-Neuglück im Laboratorium des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen zu Essen aufbauend auf dieser Arbeitsweise ein tragbares Gerät entwickelt. Dieser tragbare Laugenprüfer[1]) (Abb. 1) besteht aus einem schmalen hölzernen Kasten, der vorn und hinten eine herunterklappbare Tür besitzt. Beim Aufstellen des Gerätes werden die heruntergeklappten Türen durch zwei Metallstäbe fest verbunden und dienen dann als Fuß. Oben besitzt der Kasten einen Metallgriff zum Tragen und unten zwei feste Querleisten zum Schutz beim Aufstellen während der Beförderung. In seinem oberen Teil befindet sich ein herausziehbares Holzgestell, auf dem eine Vorratsflasche mit Titriereinrichtung nach Ammer, ein Erlenmeyerkolben sowie zwei Tropfflaschen mit Phenolphthalein- und Methylorangelösung befestigt sind. Auf dem Boden des Kastens stehen zwei größere Vorratsflaschen mit destilliertem Wasser und eingestellter Salzsäure. Ein Meßzylinder und eine 10 cm³-Stechpipette vervollständigen die Ausrüstung des Laugenprüfers.

Zieht man das Holzgestell nach Entfernen des Meßzylinders und der Stechpipette bis zum Anschlag aus dem Rahmen heraus, so ist der Abstand der Bürette vom Rahmen und der vorderen Tragfläche weit genug, um die Titration ohne Behinderung auch bei kräftigem Schwenken des Titrierkolbens ausführen zu können. Die vordere Tür ist auf der Innenseite mit einem weißen Zellhornblatt ausgekleidet, das als Hintergrund beim Titrieren ein besseres Erkennen des Farbumschlages erlaubt. Die Lösungen und der Vorrat an destilliertem Wasser sind für die Ausführung von mindestens 15 normalen Karbonatbestimmungen bemessen. Durch Mitnahme einer weiteren Flasche mit destilliertem Wasser kann diese Zahl auf etwa 25 erhöht werden.

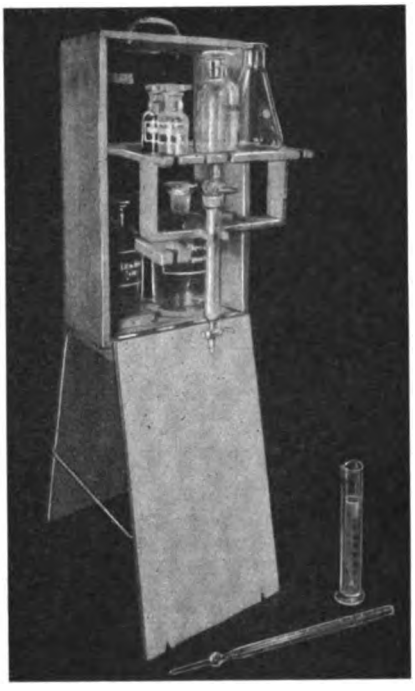


Abb. 1. Laugenprüfer für Akkumulatoren nach Dr. Müller-Neuglück.

Es ist jedoch ratsam, stets einen größeren Vorrat an destilliertem Wasser, 2 n-Salzsäure und Indikatorlösungen zu halten, damit der Laugenprüfer immer gebrauchsfertig ist. Zu beachten ist ferner, daß der Laugenprüfer stets sauber gehalten werden muß und die Geräte nach Gebrauch mit Leitungswasser gereinigt werden. Kurz vor Gebrauch werden der Erlenmeyerkolben und die Pipette mit wenig destilliertem Wasser ausgespült, die Pipette außerdem zweimal mit der zu prüfenden Lauge.

[1]) Zu beziehen durch W. Feddeler, Essen, Wächtlerstr.

Eine unipolare Form der Gleitkorona.

Überbrückt man zwei parallele Drähte, zwischen denen eine Spannung von ungefähr 500 V herrscht, mit einer aufgerauhten Glasplatte, so tritt am positiven Draht ein Leuchten auf. Photographisch läßt sich bei 24stündiger Exposition die Erscheinung noch bei 200 V nachweisen. Bei höheren Spannungen als 800 V verliert die Erscheinung ihren unipolaren Charakter, und es leuchtet auch der negative Draht. Die Erscheinung wird als Gleitkorona gedeutet. Eine Gleitentladung ist bei so niederer Spannung möglich, weil in der unmittelbaren Nachbarschaft dünner Drähte große Feldstärken auftreten und weil bei der Hintereinanderschaltung zweier Dielektrika sich die Feldstärken in den beiden Dielektrika umgekehrt wie ihre Dielektrizitätskonstanten verhalten. Das Auftreten der Erscheinung nur am positiven Pol erklärt sich daraus, daß die negativen Ionen bereits bei niedrigeren Feldstärken als die positiven ionisierend wirken. Die Verfasser[1]) weisen darauf hin, daß mit der von Gemant angegebenen Elektrophotographie von Isolierstoffen nicht nur deren Porenstruktur durch Abbildung von Entladungen innerhalb der Isolierstoffe erfaßt wird, sondern daß infolge der geschilderten Erscheinung hauptsächlich die Entladungen zwischen den Oberflächen der Dielektrika und der Elektroden photographiert werden.

Br.

[1]) A. Coehn u. W. Ziegler, Z. techn. Physik, Bd. 14, S. 246.

Digitized by Google

Zeigerfrequenzmesser*).

Von **Hans Boekels**, Berlin.

Übersicht. Betriebseigenschaften und Genauigkeit von Zeigerfrequenzmessern werden einer kritischen Betrachtung unterzogen. Es wird gezeigt, daß mit einem hochwertigen anzeigenden Frequenzmesser sehr genaue Meßergebnisse erzielt werden können. Die einzelnen Einflußgrößen, die einen Fehler in der Anzeige des Meßinstrumentes bedingen können, werden besprochen.

Neben den bekannten Zungenfrequenzmessern werden neuerdings vielfach Zeigerfrequenzmesser verwendet. Zeigerfrequenzmesser lassen sich nämlich einmal als anzeigende Geräte ausbilden (Abb. 1), weiterhin aber gestatten Zeigerfrequenzmesser auch eine Aufzeichnung der Frequenz (Abb. 2). Das Bestreben, Zeigerinstrumente als Frequenzmesser zu benutzen, geht an sich weit zurück, und es fehlte nicht an einer großen Anzahl von brauchbaren Vorschlägen, dieses Ziel zu erreichen. Der Entwicklung der letzten Jahre blieb es dann vorbehalten, betriebsichere und einwandfreie Geräte zu schaffen.

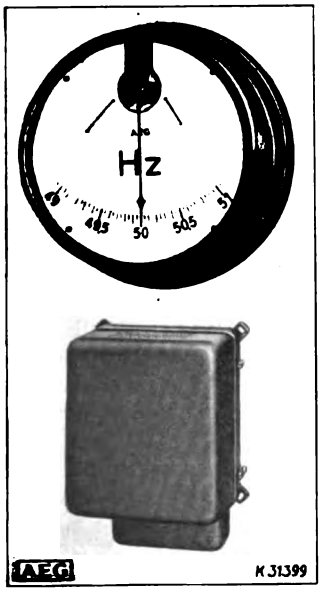


Abb. 1. Zeigerfrequenzmesser für 49 bis 51 Hz mit getrenntem Schwingungskreis.

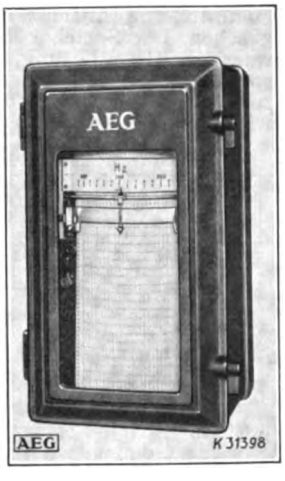


Abb. 2. Schreibender Frequenzmesser für 49,4 bis 50,6 Hz mit eingebautem Schwingungskreis.

Über die Schaltungsarten von Zeigerfrequenzmessern und ihre elektrische Wirkungsweise ist an anderen Stellen in so umfassender Weise berichtet worden, daß es sich erübrigt, hier nochmals darauf einzugehen. Es genügt in diesem Zusammenhange zu sagen, daß bei den beiden hier gezeigten Frequenzmessern Ferraris-Quotienten-Systeme verwendet werden[1]) (Abb. 3). Auf eine exzentrisch gelagerte Scheibe *a* wirken zwei Drehmomente. Das eine Drehmoment *b* ist erzeugt durch einen Stromkreis, in welchem vor dem Systemkern ein Spannungsresonanzkreis *d*, *e* liegt. Dieser Resonanzkreis ist auf eine außerhalb des zu messenden Frequenzbereiches liegende Eigenfrequenz abgestimmt. Hierdurch wird der Strom in diesem Kreise und damit auch das Drehmoment frequenzabhängig. Das zweite Drehmoment *c* dient zur Spannungskompensation und wirkt dem ersten Moment entgegen. Hier liegt vor dem Systemkern nur ein ohmscher Widerstand *f*. Unter dem Einfluß beider Drehmomente nimmt die Scheibe und damit auch der Zeiger eine Stellung ein, die lediglich von der Frequenz abhängt. Durch passende Bemessung des Resonanzkreises läßt sich eine fast lineare Skala erzielen[2]).

Es lassen sich heute ohne große Schwierigkeiten Zeigerfrequenzmesser herstellen, die einen Meßbereich von 49,5 ··· 50,5 Hz besitzen. Abb. 2 zeigt einen solchen Zeigerfrequenzmesser, bei dem der Bereich von 49,5 ··· 50,5 Hz auf eine Skalenlänge von mehr als 100 mm auseinandergezogen und fast völlig linear verteilt ist. Die weitesten Meßbereiche, die bei Zeigerfrequenzmessern ohne Röhrenschaltung — nur von solchen soll hier die Rede sein — praktisch ausgeführt werden, liegen etwa bei 40 ··· 60 Hz. Noch weitere Meßbereiche waren bisher ohne Bedeutung. Natürlich lassen sich ebenso auch Zeigerfrequenzmesser etwa für den Bereich von 15 ··· 19 Hz für Bahnnetze mit 16⅔ Hz herstellen.

In der Ablesegenauigkeit ist der Zeigerfrequenzmesser dem Zungenfrequenzmesser weit überlegen. Selbst wenn man größenordnungsmäßig annimmt, daß es nur möglich ist, die Skala und ebenso die Niederschrift auf dem Registrierpapier auf 1 mm genau abzulesen, bedeutet das, wenn man bei dem in Abb. 1 gezeigten Skalenverlauf bleibt, daß es möglich ist, die Frequenz auf $^1/_{100}$ Hz genau abzulesen. Bei einem entsprechenden Zungenfrequenzmesser dagegen, bei welchem aus den Amplituden, mit denen die einzelnen Zungen schwingen, die Frequenz abgeschätzt werden muß, dürfte eine so genaue Ablesung Schwierigkeiten bereiten. Die Ablesegenauigkeit eines Zeigerfrequenzmessers mit einem Meßbereich von 40 ··· 60 Hz, bei dem die Skala natürlich mehr zusammengedrängt ist, dürfte immer noch größer sein als die des entsprechenden Zungenfrequenzmessers.

Die Meßgenauigkeit der Zeigerfrequenzmesser ist sehr hoch. Größenordnungsmäßig liegen die Fehlergrenzen bei einem guten Zeigerfrequenzmesser mit einem Meßbereich von 49,5 ··· 50,5 Hz etwa bei $\pm\,^1/_{60}$ Hz. Bezogen auf den Skalenendwert oder zweckmäßiger auf den Skalenmittelwert, also auf 50 Hz, wäre demnach der Fehler der Anzeige etwa ± 0,033 %.

Ganz interessant ist die Aufzählung der Einflußgrößen, die diese an sich verschwindend kleinen Fehler bewirken. Zunächst ist trotz der Kompensation eine wenn auch nur geringe Spannungsabhängigkeit aller Zeigerfrequenzmesser zu nennen. Sie beruht darauf, daß in allen Frequenzmesserschaltungen Drosselspulen verwendet werden, die natürlich nie ganz spannungsunabhängig sind. Man kann zwar erreichen, daß die Induktivitätsänderungen einer solchen Spule wenigstens bei Änderungen der Anschlußspannung um einen geringen Prozentsatz verschwindend klein bleiben, immerhin aber bleibt ein gewisser Restfehler, der bei Angabe des Gesamtfehlers eines Frequenzmessers berücksichtigt werden muß. Es muß nämlich auch bei normalem Betrieb mit gewissen Änderungen der Netzspannung gerechnet werden.

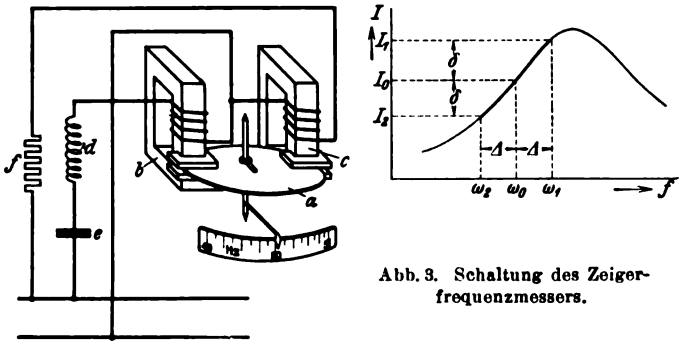


Abb. 3. Schaltung des Zeigerfrequenzmessers.

Jedes elektrische Meßgerät ist weiterhin in gewissen Grenzen temperaturabhängig, und es ist klar, daß sich ein Temperaturfehler bei einem so empfindlichen Meßinstrument, wie es nun einmal der Frequenzmesser ist, besonders stark bemerkbar macht. Heute hat man unter Verwendung guter Glimmerkondensatoren erreicht, daß Zeigerfrequenzmesser innerhalb eines Temperaturbereiches von — 10 ° bis + 40 ° C keinen größeren Temperaturfehler besitzen als rd. $\pm\,^1/_{100}$ Hz.

Sehr wichtig ist mit Rücksicht auf die hohe Genauigkeit, die verlangt wird, auch die Eichung der Zeigerfrequenzmesser. Es muß berücksichtigt werden, daß hierbei Messungen erfolgen müssen, deren Fehler die Größenordnung von 0,1 ‰ nicht überschreiten dürfen. Die Eichung der Zeigerfrequenzmesser kann in der Weise geschehen,

*) Mitteilung aus dem Meßinstrumente-Laboratorium der AEG.
1) AEG-Mitt. 1932, S. 373.
2) Arch. Elektrotechn. Bd. 28, S. 722 (1934).

Digitized by Google

daß die jeweilige Frequenz, beispielsweise durch stroboskopische Messung, mit einer geeichten Normalstimmgabel verglichen wird. Von der Güte dieser Stimmgabel hängt dann der Erfolg der ganzen Eichung ab. Man hat für diese Zwecke heute Stimmgabeln, deren Fehlereinflüsse wenigstens für die Eichung von Frequenzmessern vernachlässigbar sind.

Schließlich ist noch ein Wort zu sagen über die Einbauweise der Zeigerfrequenzmesser, da falscher Einbau Anzeigefehler herbeiführen kann. Einfach anzuschließen sind natürlich alle Frequenzmesser mit eingebautem Schwingungskreis. Gehört aber zu einem Frequenzmesser ein getrennter Schwingungskreis, so ist eine gewisse Vorsicht am Platze. Zunächst sind die Verbindungsleitungen selbst nicht ganz kapazitäts- und induktionsfrei, und daher können bei sehr langen Zuleitungen Fälschungen der Anzeige auftreten. Weiterhin ist zu beachten, daß gelegentlich der Abgleich der Frequenzmesser so bewerkstelligt wird, daß eine ausreichende Temperaturabhängigkeit nur dann gewährleistet werden kann, wenn beide Teile, also sowohl das Anzeigegerät als auch der Schwingungskreis, bei der gleichen Temperatur arbeiten. Man muß eben stets berücksichtigen, daß bei Frequenzmessern schon Fehler, die nur wenige Promille betragen, bereits sehr störend in die Erscheinung treten.

Hingewiesen sei noch darauf, daß die Resonanzschaltungen eine Anpassung des Frequenzmessers an die zu untersuchende Spannung über Vorwiderstände häufig nicht gestatten. Es muß in solchen Fällen ein Vortransformator benutzt werden.

Die Weiterentwicklung elektrischer Heißwasserspeicher.

Übersicht. Es werden die Gründe dargelegt, die dazu führten, neben dem Nachtspeicher auch tagstrombeheizte Speicher zu benutzen. Neue Speicherkonstruktionen, insbesondere für kochendes Wasser, werden gezeigt und die zukünftige Entwicklung umrissen.

Die Frage der zweckmäßigsten elektrischen Heißwasserversorgung von Haushalt und gewerblichen Betrieben steht nach wie vor im Brennpunkt des Interesses. Der normale durch Nachtstrom geheizte Heißwasserspeicher von 30, 50 oder 80 und mehr Litern Inhalt, hat sich in vielen Fällen gut bewährt. Und doch sind in der letzten Zeit eine ganze Reihe von Konstruktionen auf dem Markt erschienen, die grundsätzlich von dieser Bauart abweichen.

Schon diese Tatsache allein läßt erkennen, daß der gewöhnliche Nachtstromspeicher nicht in allen Fällen befriedigt haben muß, denn schließlich sind alle diese Neukonstruktionen ja irgendwie durch die Wünsche der Verbraucher beeinflußt. Es ist nun in dieser Zeitschrift vorgeschlagen worden[1]), alle bestehenden Schwierigkeiten einfach dadurch zu beseitigen, daß die Elektrizitätswerke den Strompreis so weit herabsetzen, daß unter allen Umständen — auch unter ungünstigsten Bedingungen — der Nachtspeicher wirtschaftlich befriedigend arbeitet. Die Elektrowärme hat aber dank ihrer grundsätzlichen Vorzüge so viele Entwicklungsmöglichkeiten, daß es nicht richtig wäre, wenn man diese nicht im Interesse einer Weiterentwicklung ausnützen würde. Man muß zunächst untersuchen, in welchen Punkten denn eigentlich der gewöhnliche Nachtspeicher seiner Aufgabe nicht gerecht geworden ist. Es sind vor allem 2 Gesichtspunkte, die gegen die ausschließliche Verwendung von Nachtstrom sprechen: 1. Das begrenzte Fassungsvermögen der Nachtspeicher, 2. die Notwendigkeit der Tagesheizung für die Kochendwasserbereitung.

Jeder Nachtheißwasserspeicher muß so groß bemessen werden, daß er den größten vorkommenden Tagesbedarf decken kann. Eine Überschreitung dieser Wassermenge ist beim gewöhnlichen Nachtspeicher nicht möglich. Schon hierin liegt eine gewisse Starrheit des Betriebes, die sich praktisch darin auswirkt, daß jeder Nachtspeicher in gewisser Beziehung überdimensioniert werden muß. Der Wasserbedarf der meisten Verbrauchstellen schwankt aber in ziemlich weiten Grenzen, so daß die mittlere Ausnutzung des Speichers naturnotwendig verhältnismäßig gering sein muß, wenn der Bemessung der größte vorkommende Tagesbedarf zugrunde gelegt wird.

Mit der Auswahl einer bestimmten Speichergröße ist aber von vornherein auch die Höhe der Dauerverluste und damit ein verhältnismäßig großer Teil des zu erwartenden Stromverbrauchs festgelegt. Wie Abb. 1 deutlich erkennen läßt, ist der Stromverbrauch innerhalb 24 h bei unbenutztem Speicher verhältnismäßig hoch. Ein 80 l-Speicher z. B. hat einen täglichen Dauerverlust von etwa 2 kWh entsprechend einem monatlichen Verlust von 60 kWh.

Wenn man in erster Annäherung annimmt, daß der tatsächliche Gesamtstromverbrauch des Speichers sich aus diesem Dauerverlust und der Nutzwärme des Heißwassers zusammensetzt, so erkennt man deutlich, welch großen Einfluß die Größe des Speichers auf den tatsächlichen Stromverbrauch ausübt.

[1]) Z. B. von Rittershaußen, ETZ 1934, S. 533, 905.

I. Weiterentwicklung der Nachtspeicher.

Es nimmt deshalb nicht wunder, daß man nach Wegen gesucht hat, diese Starrheit des Nachtspeichers zu lösen. Nachstehend sind die verschiedenen Wege aufgeführt[2]).

a) Nachtspeicher mit Mittagsaufheizung. Um an Tagen besonders großer Inanspruchnahme dem Speicher größere Heißwassermengen entnehmen zu können, hat man außer der Nachtaufheizung auch eine mehrstündige Aufheizung während der Mittagszeit vorgesehen. Der Speicher kann dann etwas kleiner bemessen werden. Diese Lösung, die jedoch nur dann Erfolg verspricht, wenn mindestens eine 2½ ··· 3stündige Aufheizzeit mittags zur Verfügung steht, ist heute vielfach wieder verlassen worden.

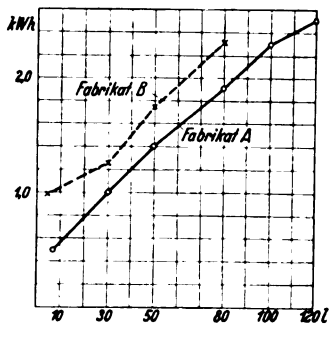
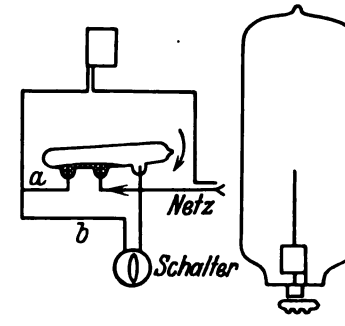


Abb. 1. Tägliche Stromverluste an unbenutzten Speichern.



a Abschaltung bei 50°
b Abschaltung bei 85°

Abb. 2. Heißwasserspeicher mit Sparschaltung.

b) Nachtspeicher mit Anzapfung. Ausgehend von der richtigen Erkenntnis, daß die Zusammenfassung mehrerer Verbraucherstellen zu einem Ausgleich des Gesamtheißwasserbedarfs führt, kommt man zum Hochdruckspeicher, der zentral alle Verbrauchsstellen des Hauses versorgt. Diese Lösung ist wegen der verhältnismäßig hohen Rohrverluste nicht empfehlenswert. Eine Zwischenstellung nimmt der Nachtspeicher mit Anzapfung ein, bei dem der für die Versorgung des Bades bestimmte Überlaufspeicher im oberen Drittel zur Versorgung eines Waschbeckens oder auch der Küche angezapft ist, wobei der obere Teil des Speichers als Ablaufspeicher wirkt. Auch diese Lösung hat nicht recht befriedigt, zumal die Hausfrau dann leicht die Übersicht über den noch vorhandenen Heißwasservorrat verliert.

c) Änderung des Speicherinhaltes. Diese Möglichkeit besteht nur beim Ablaufspeicher, da hier die Hausfrau am vorhergehenden Abend den Speicher ja verschieden voll füllen kann. Abgesehen davon, daß Ablaufspeicher einen etwa 10 ··· 15 % größeren Stromverbrauch als Überlaufspeicher aufweisen, kommt auch dieser Lösung keine praktische Bedeutung zu, da erfahrungsgemäß infolge der Wärmeableitung durch den kupfernen Innenbehälter die Wärmeverluste bei geringerer Füllung nicht wesentlich sinken.

d) Änderung von Aufheizzeit oder Aufheizleistung. In Versorgungsgebieten die ohne Schwierigkeit auch größere Leistungen zur Verfügung

[2]) S. a. Stiebel, Elektr.-Wirtsch. Bd. 32 (1933), S. 261.

Digitized by Google

stellen können, ist man mit gutem Erfolg dazu übergegangen, normale Nachtstromspeicher wahlweise auch mit verstärkter Heizleistung zu betreiben. So sind z. B. in Westdeutschland vielfach sog. Hochleistungspeicher in Betrieb, die bei 60 l Inhalt 6 kW Anschlußwert aufweisen und jede Stunde ein Vollbad oder stündlich 6 Brausebäder ermöglichen, während sie normalerweise in 8 h mit 0,8 kW Heizleistung aufgeheizt werden.

Neben dieser Leistungsänderung nach oben hat man verschiedentlich auch eine Leistungsabstufung nach unten eingeführt, indem z. B. ein 80 l-Speicher wahlweise mit 1000, 600 oder 400 W betrieben werden kann. Da die Aufheizzeit durch eine Schaltuhr festliegt, hat die geringere Heizleistung zur Folge, daß der Speicher dann nicht die volle Temperatur von 85 ° erreicht. An Tagen geringerer Inanspruchnahme wird der Speicher dann eben mit niedrigerer Temperatur, an solchen höherer Inanspruchnahme mit 85 ° betrieben. Da im Haushalt praktisch doch meist nur Wasser von 35 ··· 45 ° gebraucht wird, kommt diese Lösung demnach einer Änderung des Warmwasservorrates gleich.

e) Änderung der Temperatur. In klarer Weiterentwicklung des unter d) geschilderten Gedankens wurde von der Fa. Eltron der Heißwasserspeicher mit Sparschaltung entwickelt, bei dem die Einhaltung der verschiedenen Temperaturen nicht durch die Aufheizzeit — und damit von der jeweiligen vorhergehenden Entnahme abhängig —, sondern durch einen Temperaturregler bestimmt wird. Wie Abb. 2 erkennen läßt, weist die von dem Stabausdehnungsregler bewegte Schaltröhre drei Kontakte auf, wobei der dritte durch einen Handschalter ein- und ausgeschaltet werden kann. Bei ausgeschaltetem Schalter wird der Strom bereits dann unterbrochen, wenn die Röhre nur wenig aus ihrer Ruhelage gekippt ist. Dem entspricht dann eine Abschalttemperatur von 50 °. Bei eingeschaltetem Schalter dagegen erfolgt die Stromunterbrechung erst bei 85 °. Zahlentafel 1 läßt erkennen, daß die Wärmeverluste bei Betrieb mit nur 50 ° wesentlich niedriger sind.

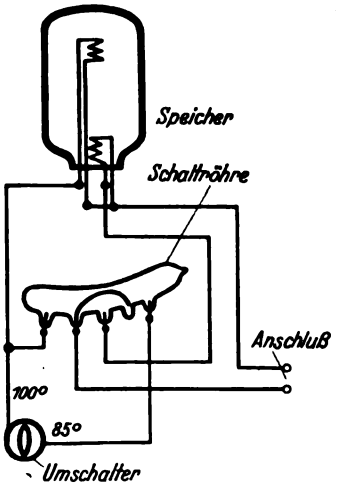


Abb. 3. Durchlaufspeicher mit Kochstufe.

Zahlentafel 1. Wärmeverlust von Heißwasserspeichern.

Temperatur nach	0	4	8	12	16	Stunden
Temperatur						
bei Normalschaltung	85	81	77,5	74	71	° C
bei Zeitschaltung . .	50	48	46,5	45	43,5	° C

Tatsächlich betragen die Wärmeverluste in 24 h eines 50 l-Speichers bei Betrieb mit 85 ° etwa 1,5 kWh, bei Betrieb mit 50 ° nur 0,95 kWh. Der Speicher kann dann die ganze Woche über mit niedriger Temperatur und dementsprechend mit geringeren Wärmeverlusten betrieben werden, während nur an den Tagen größerer Inanspruchnahme die hohe Temperatur eingestellt wird.

II. Tagstromgeheizte Kleinspeicher.

Bereits die Lösungen a) und d) griffen auf die Verwendung von Tagstrom zurück. Bei den tagstromgeheizten Kleinspeichern ist man bewußt diesen Weg gegangen, um durch die dauernde Möglichkeit der Nachheizung mit wesentlich geringeren Speichergrößen auszukommen. Es genügt dann eine Bemessung für die größte vorkommende Entnahmemenge, nicht für den ganzen Tagesvorrat. 8 l Inhalt hat sich als genügend erwiesen. Voraussetzung für ein befriedigendes Arbeiten dieser Kleinspeicher sind aber geringe Wärmeverluste und keine Wartezeiten. Die Wärmeverluste spielen beim Tagesspeicher eine größere Rolle als beim Nachtspeicher, da sie ja hier mit teuerem Tagstrom bezahlt werden müssen. Durch genügende Isolation des Behälters durch Einführung eines Stützringes und der unteren Abdeckkappe aus Isolierstoff gelang es, den Stundenverlust auf etwa 20 W zu senken, so daß ein solcher Speicher in 24 h bei unbenutztem Stehen nur etwa ½ kWh verbraucht. Wie Abb. 1 zeigt, haben nicht alle auf dem Markt befindlichen Kleinspeicher diesen geringen Wärmeverlust.

Dem Wunsch nach kurzer Wartezeit verdankt der Durchlaufspeicher mit Doppelheizelement (Bauart Eltron) seine Entstehung. Hier steht durch die Aufheizung einer Teilheißwassermenge schnell warmes Wasser zur Verfügung, ohne daß der Anschlußwert des Gerätes 1000 W überschreitet.

Eine Weiterentwicklung dieser Konstruktion ist der Durchlaufspeicher mit Kochstufe. Hier ist durch Verwendung einer Fünfkontakt-Schaltröhre in Verbindung mit einem einfachen Handschalter erreicht worden, daß die Hausfrau dem Gerät wahlweise siedendes oder 85grädiges Wasser entnehmen kann (Abb. 3).

Es soll hier keineswegs für die ausschließliche Benutzung von Tagstromspeichern eingetreten werden. Meiner Meinung nach ist vielmehr eine befriedigende Endlösung in einer zweckmäßigen Aufteilung auf Tag- und Nachtstrom zu sehen, etwa derart, daß für das Bad nachtstromgeheizte Überlaufspeicher, für die Küche aber tagstromgeheizte Kleinspeicher evtl. mit Kochstufe Verwendung finden.

III. Kochendwasserbereitung.

Hier ist ohne Tagstrom nicht auszukommen, da ein unnötig langes Aufbewahren des kochenden Wassers unzweckmäßig ist. Bewährt hat sich eine Heizung des Wassers bis 85 ° mit Nachtstrom, während dann für die Weiterheizung bis zum Siedepunkt und für die Heißhaltung Tagstrom verwendet wird. Diese Trennung kann auch räumlich vorgenommen werden, indem die Vorwärmung in einem normalen Nachtstrom-Überlaufspeicher, die Weiterheizung und Heißhaltung jedoch in einem tagstromgeheizten Ablaufspeicher vorgenommen wird (siehe Abb. 4). Diese Lösung bewährt sich vor allem für Gaststätten und Kaffeehausbetriebe, bei denen es auf genaue Zapfung kleiner Kochendwassermengen ankommt. In Fabrikkantinen, in denen der Kochendwasserbedarf zeitlich genau festgelegt ist (z. B. nur mittags) hat man mit Vorteil auch Kochendwasser-Ablaufspeicher größeren Inhalts (100 ··· 120 l) benutzt, bei denen die Aufheizung ebenfalls größtenteils in den Nachtstunden liegt (Einschaltung durch Schaltuhr).

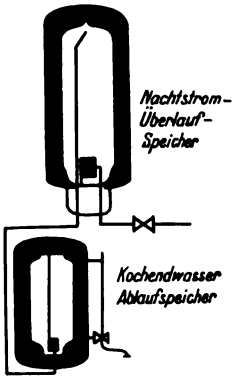


Abb. 4. Kochendwasserbereitung mit getrenntem Vorwärmspeicher.

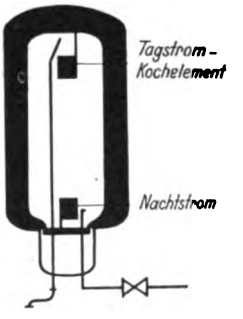


Abb. 5. Kochendwasser-Überlaufspeicher.

Für solche Betriebe, in denen laufend Kochendwasser benötigt wird und eine Bedienung durch geschultes Personal nicht vorausgesetzt werden kann (z. B. in Schaffnerwartehallen, Ruheräumen, Großgaragen usw.) werden zweckmäßig Kochendwasser-Überlaufspeicher benutzt, bei denen die Vorheizung und Weiterheizung in einem Behälter vereinigt sind (s. Abb. 5). Auch hier erfolgt die Vorheizung mit Nachtstrom, die Weiterheizung mit Tagstrom.

Die angeführten Beispiele zeigen klar, welche Entwicklungsmöglichkeiten in der elektrischen Heißwasserbereitung noch stecken. Es ist zweckmäßig, unter voller Ausnutzung aller gegebenen konstruktiven Möglichkeiten die grundsätzlichen Vorteile der anpassungsfähigen Elektrowärme auszunutzen. Fr. Mörtzsch.

Digitized by Google

Das Kraftwerk St. Denis II*).

Die Société d'Électricité de Paris hat neben ihrem alten Kraftwerk St. Denis I[1]) im Jahre 1931 ein neues errichtet (Abb. 1), das Ende 1933 in Betrieb gekommen ist. Bemessen für 400 000 kW, sind zunächst 3 Maschinen von je 50 000 kW bei 3000 U/min aufgestellt worden. 6 Babcock & Wilcox-Kessel von je 910 m² Heizfläche und 450 m² Überhitzerfläche liefern den Dampf, der eine Spannung von 70 at und eine Temperatur von 450 ··· 480 ° C hat. Die Kessel sind mit Ekonomisern und Luftvorwärmern ausgestattet. Die Rauchgase durchlaufen nach dem Austritt aus dem Luftvorwärmer noch eine Entstaubungsanlage System Modane-Hanrez, in der durch Wasserberieselung 90 % der Flugasche niedergeschlagen werden. Die Kessel sind für Kohlenstaubfeuerung eingerichtet, jede Feuerung enthält 4 Calumetbrenner. Diese sind um 45 ° gegen die Waagerechte nach unten geneigt, die Sekundärluft tritt durch ein jeden Brenner umgebendes, parallelepipedisches Rohr ein. Jeder Brenner liefert stündlich 5,5 t Kohlenstaub in die Feuerung, je m³ Feuerungsraum werden 260 000 kcal/h in Freiheit gesetzt. Die Feuerung wird vollkommen selbsttätig nach System Bailey geregelt. Parallel zum Kesselhause läuft das Maschinenhaus, in dessen Längsachse die 3 Maschinen, in Tandem-Compound-Bauart, in üblicher Weise aufgestellt sind. Eine von ihnen hat 3, die anderen 4 Anzapfungen. Jede hat 2 Sicherheitsregler, außerdem wird der Dampf selbsttätig abgestellt, wenn entweder das Vakuum zu stark sinkt oder der Ölkreislauf versagt. Die Generatoren sind für 10,5 kV und 71 400 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}7$ ausgelegt. Der Läufer hat Aluminiumwicklung. Jeder Generator enthält eine Haupt- und eine Hilfserregermaschine von 180 und 4,8 kW. Parallel zum Maschinenhause liegt das Pumpenhaus, in dem auf gleichem Flur mit den Hauptmaschinen eine rotierende Umformergruppe von 280 kW als Erregerreserve aufgestellt ist. Die Pumpen stehen im unteren Flur, auf gleicher Höhe mit den Kondensatoren im Maschinenhause. Es sind drei Gruppen von Pumpen vorgesehen, entsprechend den drei Hauptmaschinen. Im Pumpenhause stehen auch die einzelnen Vorwärmer und die Speisewasserentgaser. Ferner sind 2 Verdampfer zur Lieferung des Zusatzwassers hier untergebracht, sie verwenden Dampf aus der 2. und 3. Anzapfung, womit sie 3 % der gesamten Speisewassermenge als Zusatz herstellen. Am Ende des Maschinenhauses und diesem zur Seine hin vorgelagert, befindet sich die Kühlwasserpumpen- und Filtrieranlage. Sie ist so tief gelegt, daß der Einlauf auch bei tiefstem Wasserstande vollkommen unter Wasser liegt. Es sind 7 Einlaufrechen, 7 Haupt- und 7 Hilfskühlwasserpumpen, diese für Hilfsmaschinen und Feuerlöschen, vorgesehen. Das Einlaufbecken ist durch Zwischenwände in 7 Abteilungen unterteilt, aus deren jeder 2 Pumpen saugen. Die Rechen bestehen aus endlosen Bändern, an denen alle Körper von mehr als 6 mm Dmr. hängen bleiben, sie werden dann durch einen unter Druck stehenden Wasserstrahl abgespült. Der Kohlenverbrauch bei Vollausbau wird 3000 t täglich betragen, daher war für Anfuhr und Kohlenreinigung besondere Vorsorge zu treffen. Die Anfuhr ist sowohl zu Wasser als auch durch die Bahn möglich. Es können täglich 3 Züge zu je 1000 t angefahren und entladen werden. Die beiden Entladerampen fassen je einen Zug von 640 t in 40 t-Wagen. Ein Bollwerk an der Seine erlaubt das Anlegen von Kähnen aller Größen. 2 Portalkräne mit einer Stundenleistung von je 90 t entladen die Kohle auf ein endloses Band, das sie an einen Schräg-Conveyor weitergibt. Von dort gelangt sie entweder in einen Vorbrecher oder zu den Mühlen. Es sind z. Z. 24 Doppelmühlen aufgestellt, deren jede einen Brenner speist (6 Kessel zu je 4 Brennern). Jede hat ein Ausbringen von 5,5 t/h. Dies wird selbsttätig über einen Gleichstrommotor veränderlicher Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom Dampfverbrauch der Turbine geregelt. Die Kohle wird durch den Luftvorwärmern entnommene Heißluft getrocknet. Ein Warmluftsammler erlaubt auch die Inbetriebnahme eines kalten Kessels mit feuchter Kohle. Das parallel zum Kesselhause angeordnete Mühlenhaus ist von diesem durch einen Gang von 5,5 m Breite getrennt, teils zur Entlüftung, teils um eine Übertragung der Mühlengeräusche auf das übrige Kraftwerk zu verhindern. Die Hilfsmaschinenanlage hat 3 Stromquellen. Drehstrom von 3 kV, erzeugt von 2 Turbogeneratoren von je 5000 kW (so groß ist die Leistung der Hauptmaschinen des Kraftwerks St. Denis I), treibt alle großen Motoren. Außerdem sind noch 2 Transformatoren von je 7150 kVA

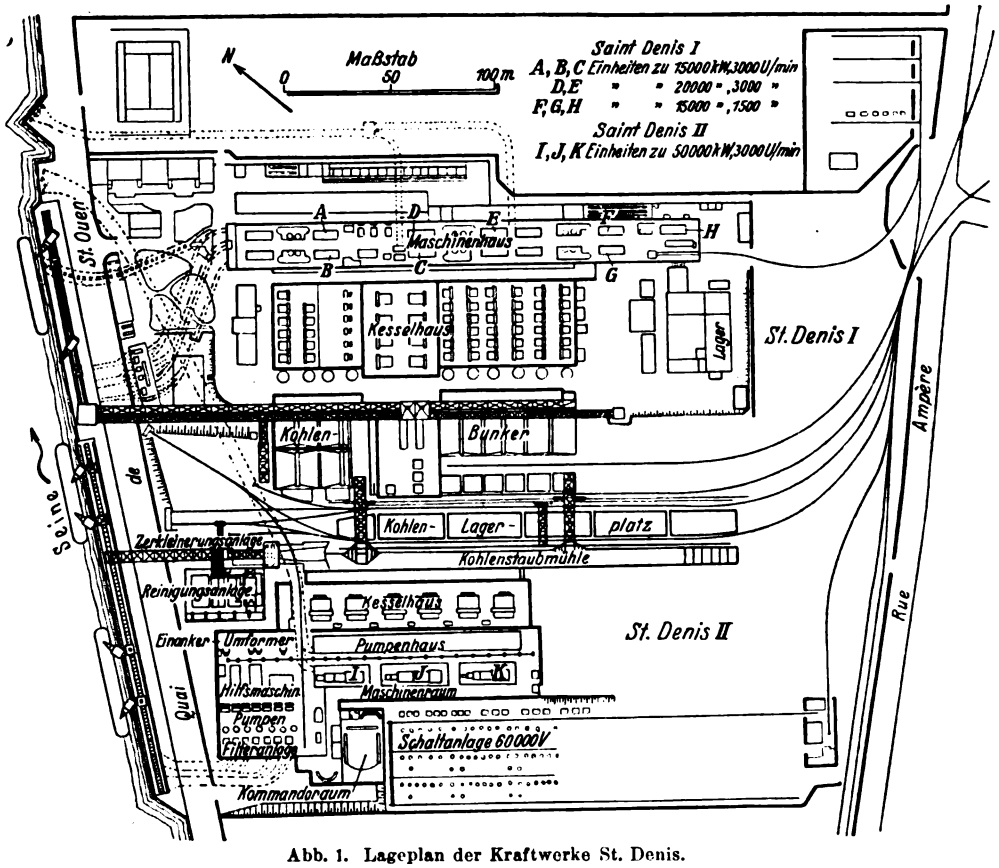


Abb. 1. Lageplan der Kraftwerke St. Denis.

für den Eigenverbrauch vorhanden. Drehstrom von 220 V dient der Kohlenhandhabung und der Kraftwerksbeleuchtung, er kommt von 4 Transformatoren von je 1200 kVA. Der Gleichstrom von 230 V dient zum Betriebe der Kühlwasserpumpen für die Hilfsmaschinen, der Kesselregelung, der Schalterbetätigung und der Notbeleuchtung. Er wird durch 2 Generatoren von je 300 kW, die mit Hilfsturbinen gekuppelt sind, erzeugt; 2 Gleichrichter von je 400 kW verwandeln den Wechselstrom in Gleichstrom, und eine Batterie von 3000 Ah dient im Notfalle zum Anfahren des ganzen Kraftwerkes. Die Schaltanlage für 60 kV liegt parallel zum Maschinenhause und ist in mittelhoher Bauweise mit Betongerüsten errichtet. Jedes Feld enthält die Apparate usw. einer Phase. Außer den zwei normalen Sammelschienensystemen ist noch ein drittes vorhanden, um jeden Abzweig (Kabel!) unter steigender Spannung hochzufahren. Hierzu ist ein besonderer Motorgenerator von 5300 kVA und ein Transformator von 6000 kVA vorhanden. Die Warte besteht aus einem dreistöckigen Gebäude, zu ebener Erde befindet sich die Kabelverteilung, im ersten Stock sind die Relais und Zähler untergebracht, im zweiten Stock der Lastverteiler- und Schaltsaal. Hier findet sich auch das übliche Leuchtschaltbild, jeder Betätigungschalter ist mit einem Signalschalter gekuppelt, so daß jedesmal der eingeschaltete Stromkreis aufleuchtet und jedem ersichtlich macht, wie die jeweilige Schaltung ist. Außerdem wird die Stellung jedes Schalters noch besonders angezeigt. *Ha.*

*) J. Dumas, Génie civ. Bd 104, S. 141 u. 165.
[1]) ETZ 1908, S. 698.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Apparate und Stromrichter.

Raumsparende Schubtrennschalter. — Seit mehreren Jahren geht die Entwicklung im Bau von Hochspannungs-Schaltanlagen besonders für Mittelspannungen von 6 -- 30 kV dahin, möglichst raumsparend zu arbeiten, um die Gebäudekosten niedrig zu gestalten. Die sich weiterhin bemerkbar machende Umstellung zahlreicher Anlagen auf höhere Betriebspannungen veranlaßte die Apparateindustrie, die Schaltgeräte so raumsparend wie nur möglich auszuführen, wie auch überhaupt Sondergeräte in neuer Form zu

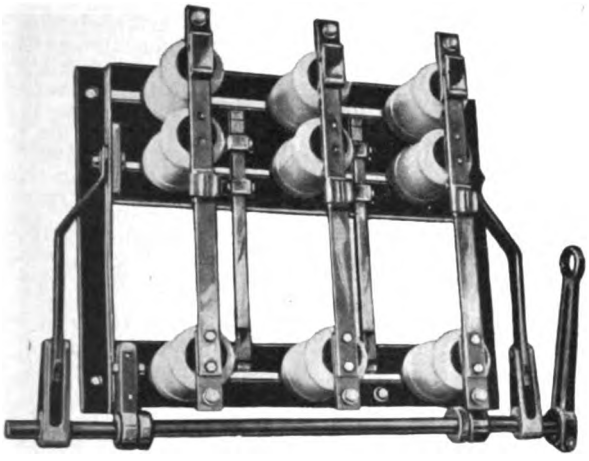
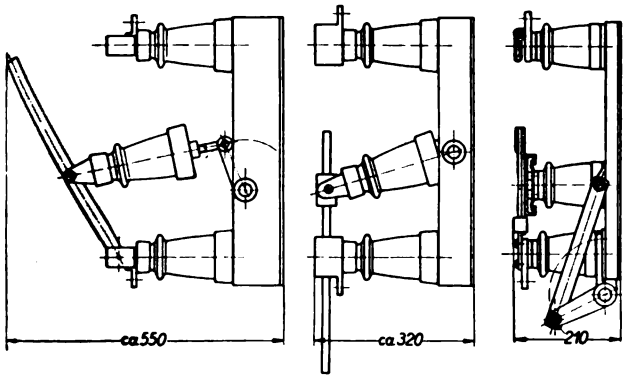


Abb. 1. 3poliger Schubtrennschalter Reihe 10, 200 A.

entwerfen. Durch diese Bestrebungen entstanden Schubtrennschalter, kombinierte ausschaltbare Trennsicherungen usw. Eine diesbezügliche Neuerscheinung ist der von der Firma Lindner & Co., Jecha-Sondershausen, entwickelte dreipolige Schubtrennschalter. Richtunggebend für den Aufbau war die Verwendung der seit Jahren bewährten,



a b c

a Messertrennschalter mit außenarmierten Isolatoren
b Schubtrennschalter mit außenarmierten Isolatoren
c Lindner-Schubtrennschalter mit innenarmierten kittlosen Isolatoren

Abb 2. Gegenüberstellung von Trennschaltern verschiedener Bauart.

kittlos innenarmierten Federring-Stützisolatoren, welche gekitteten Isolatoren gegenüber den Vorzug größter Elastizität in der Armaturbefestigung besitzen, so daß Stöße und Schläge gemildert auf die Porzellankörper übertragen werden. Weitere Vorteile dieser kittlosen Isolatoren sind absolute Beständigkeit gegen in Schaltanlagen auftretende Feuchtigkeit und Säuredämpfe sowie fast restlose Ausnutzung der durch die Spannungshöhe bedingten Schlagweiten für die Gesamtbauhöhe, wodurch hohe Umbruchfestigkeiten und Raumersparnisse erzielt werden. Aus Abb. 1 ist der Schalteraufbau zu ersehen, der sich dem Leitungszug harmonisch anpaßt und gute Übersicht der Schaltanlage gestattet. Die waagerecht auf den Isolatoren aufliegenden Trennmesser bewegen sich während des Schaltvorganges nicht aus dem Schalter heraus. Die ganze Strombahn besitzt nur 3 Übergangswiderstände, wodurch Erwärmung und Spannungsabfall äußerst niedrig sind. Die wenigen Blattfedern sind reine Druckfedern, welche zur Stromübertragung nicht herangezogen werden, da sie die Kontaktmesser nur auf die großflächigen, sehr starken Anschlußstücke pressen, an welchen der Leitungsanschluß bequem von oben erfolgen kann. Die Ein- und Ausschaltung wird durch eine auf Bronzeschlitten laufende Traverse bewirkt, auf der die mittleren Betätigungstützer befestigt sind. Durch die gerade Schubbewegung der mittleren Isolatoren werden die vorschriftsmäßigen Luftabstände gegen Erde nicht unterschritten, was bei anderen Schaltern mit Unterbrechung durch schwenkende Isolatoren mitunter der Fall ist. Der Schaltwinkel der Antriebswelle, die in Sondergußlagern außerhalb des Grundrahmens läuft, beträgt einheitlich etwa 120 ° bei allen Schaltern, die bisher für Betriebspannungen von 3 ··· 30 kV und für Stromstärken von 200 ··· 600 A entwickelt wurden. Die besonders raumsparenden kittlosen Isolatoren zusammen mit der flachen Strombahn und dem niedrigen Grundrahmen ergeben eine Raumersparnis gegenüber Messertrennschaltern mit außenarmierten Isolatoren von rd. 60 % und sogar noch gegenüber den bisher bekannten Schubtrennschaltern in gleicher Art eine Verkleinerung der Bauhöhe von etwa 30 %. In Abb. 2 sind die zuletzt genannten Schalter für eine Betriebspannung von 10 kV einem Lindner-Schubtrennschalter gegenübergestellt worden. Die eingetragenen Abmessungen zeigen deutlich die Bestätigung der obigen Angaben. Für die Zellenbreite selbst ist das für Messertrennschalter übliche Maß erforderlich. *f.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 365[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Elektrizitätszählerformen zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ist ihnen das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System 169, die Formen FG 7, HG 7, KG 7, LG 7, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma **Paul Firchow Nachfgr., Aktiengesellschaft**, in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 30. Oktober 1934.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung: Kösters."

Beschreibung[2]).

Die Zähler der je nach ihrem Verwendungszweck benannten Formen FG 7, HG 7, KG 7 und LG 7 sind zur Messung des Verbrauches in solchen mehrphasigen Wechselstromanlagen bestimmt, in denen zwei messende Systeme zur Messung der verbrauchten elektrischen Arbeit bei beliebig verteilter Belastung und bei beliebigen Phasenverschiebungen genügen. Sie können für Nennstromstärken von 3 bis 30 A, für Nennspannungen bis 450 V und für die Nennfrequenz 50 Hz beglaubigt werden. Die Zähler bestehen aus zwei übereinander angeordneten Induktionsmotoren, die in ihrem Aufbau dem Triebsystem der durch die Bekanntmachungen Nr. 343 und 345[3]) zugelassenen Wechselstromzähler der Form CG 7 des Systems 164 entsprechen.

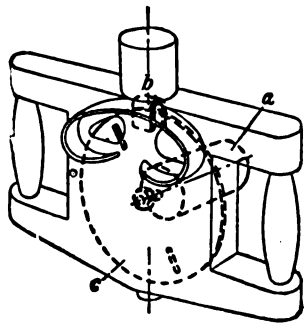
Die leistungslose Drehzahlmessung mit dem Stroboskop. — Die leistungslose Drehzahlmessung mit Hilfe stroboskopischer Erscheinungen ist heute aus der Praxis nicht mehr wegzudenken. Die üblichen Verfahren jedoch, welche mit Wechsellicht und Bogen- bzw. Glimm-

[1]) Reichsministerialblatt 1934, S. 701.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 365. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[3]) ETZ 1934, S. 144 bzw. 253.

Digitized by Google

lampen arbeiten, besitzen den Nachteil, daß man an die durch die Frequenz des Lichtes und die Anzahl der Schwarzweißsegmente (bzw. Schlitze) bedingten „synchronen Drehzahlen" gebunden ist. Hiervon abweichende Drehzahlen lassen sich nur unter besonderen Schwierigkeiten messen. Hat man jedoch an Stelle dieser festen Meßfrequenz von meist 100 Hz eine veränderliche zur Verfügung, so kann außer der synchronen Drehzahl jede beliebige andere gemessen werden.

Das Stroboskop der Zeiß-Ikon AG., Dresden, welches in erster Linie zur Beobachtung periodischer Vorgänge geschaffen war, ist in einer Sonderausführung mit Tachometer auch für Drehzahlmessung geeignet. Dadurch, daß die Geschwindigkeit der auf der Achse des Antriebsmotors *a* (Abb. 3) befindlichen Schlitzscheibe *c* mit Hilfe einer Wirbelstrombremse *b* und eines Potentiometers in den weitesten Grenzen regelbar ist, hat der Beobachter eine veränderliche Meßfrequenz zur Verfügung und damit die Möglichkeit, die umlaufende Schlitzscheibe auf die zu messende Drehzahl zu „synchronisieren". Ein auf der anderen Seite des Antriebsmotors befindliches Wirbelstrom-Tachometer zeigt die Drehzahl des Motors und damit der Schlitzscheibe an. Die zu messende Drehzahl n erhält man aus $n = N \cdot S \cdot 60$ (N = Drehzahl am Stroboskop in U/s, S = Anzahl der Schlitze). Die Geschwindigkeit des Antriebsmotors kann von Stillstand bis etwa 2500 U/min gesteigert werden. Will man höhere Drehzahlen messen, so muß eine Scheibe mit mehr Schlitzen verwendet werden. Bei 72 Schlitzen kommt man dann bis 210 000 U/min.



a Universalmotor
b Wirbelstrombremse
c Schlitzscheibe

Abb. 3. Schematische Darstellung des Stroboskops.

Abb. 4. Stroboskop mit angebauter Beleuchtungseinrichtung.

Die Drehzahlbestimmung mit dem Stroboskop wird sich nicht nur auf die Fälle beschränken, wo es auf vollkommen leistungslose Messung ankommt (Abbremsung von Kleinstmotoren), sie wird vielmehr auch da zweckmäßig sein, wo es sich um schwer zugängliche Wellen u. dgl. (Transmission an der Decke) handelt, an die man nicht herankommt. Mit dem Stroboskop kann man auch von weitem messen, u. U. unter Zuhilfenahme einer ansteckbaren Fernrohrlupe. Das mit Tachometer versehene Stroboskop läßt sich natürlich genau so wie das einfache Modell zur Beobachtung irgendwelcher periodischer Vorgänge erwünschter oder unerwünschter Art weiterhin verwenden (Abb. 4). Den Antrieb der Schlitzscheibe besorgt ein Universalmotor in Sonderschaltung; eine einfache Umschaltung ermöglicht es, das Gerät an 110 und 220 V anzupassen, so daß das Stroboskop fast immer, wenn überhaupt ein elektrischer Anschluß vorhanden ist, gleichgültig ob Gleich- oder Wechselstrom, Verwendung finden kann. Für die Fälle, wo diese Bedingung nicht zutrifft, ist eine Ausführung für 12 V Batteriebetrieb geplant. *Tml.*

Beleuchtung.

Hausnummernbeleuchtung. — Die Einführung der Hausnummernbeleuchtung ist bekanntlich einer der Punkte im Programm[1]) der AFE (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft). In einigen Städten, z. B. in Königsberg, sind schon recht beachtliche Erfolge erzielt worden; auch die Berliner Elektrofront hat nun mit der Werbung begonnen. Ein Normblattentwurf[2]), dessen Einspruchsfrist kürzlich ablief, hat die Merkmale und Bedingungen zusammengestellt, denen brauchbare Leuchten entsprechen sollen. Er empfiehlt die prismatische Form als die beste und vereinfacht dadurch dem Hauseigner die Wahl. Der Hinweis auf eine gute Lesbarkeit der Ziffern bei Tag wie bei Nacht erfordert eine besondere Maltechnik. Die genormte Mindestleuchtfläche, Art und Höhe der schwarzen Ziffern, lichtdurchlässigen Boden, Fassungen mit Berührungschutz und wetterbeständige Werkstoffe für die Form sind genormte Bedingungen. Für vereinfachte Lagerhaltung spricht die Wahl einer einzigen Grundform, die, meist an der Hausfront befestigt, notfalls als Deckenleuchte, auch an einem Wandarm brauchbar ist. Die Beachtung aller vorgenannten Erwägungen führt zu einer Konstruktion gemäß Abb. 5, die kein bestimmtes Fabrikat, sondern eine Probeausführung zeigt. Die geringe Höhe der Installationskosten erleichtert die Werbung beim Hausbesitzer. Bei pauschaler Stromlieferung für die Hausnummernleuchte ist die Etagen-Abzweigklemme als Anzapfung der Steigleitung, die Verlegung des gleichen, also meist sehr starken Querschnittes der Steigeleitung bis zu einem Sicherungselement unumgänglich. Pauschale Stromlieferung bedingt eine Schaltuhr oder einen Schalter mit Schlüssel. Die Installation läßt sich bei Abnahme des Stromes hinter einem vorhandenen Zähler weit billiger herstellen, sofern einfache Abzweigdose, Schalter in gleicher Höhe und Rohrdraht bis zur Umfassungsmauer verlegt werden. Die Nummernleuchte wird zweckmäßig mit einer 25 W-Lampe bestückt, sie liefert ja gleichzeitig Licht für den Hauseingang. Die Betriebskosten für den Hauswirt fallen naturgemäß bei der Werbung stark ins Gewicht; die Elektrizitätswerke müssen diese Frage sehr sorgfältig behandeln unter Berücksichtigung des ideellen Zweckes der Neueinführung und der Arbeitsbeschaffung. *Schdt.*

Abb. 5. Hausnummernleuchte.

Elektrowärme.

Elektrische Öfen in einer mechanisierten Metallgießerei. — Die Metallgießerei der Pennsylvania Railroad at South Altoona (Pa.) zeichnet sich dadurch aus, daß sie vollkommen mechanisiert worden ist und daß sie zum Schmelzen mehrerer Legierungen mit elektrischen Öfen ausgestattet wurde. Der Betrieb bietet ein treffendes Beispiel dafür, daß der elektrische Ofen auch bei weitgehender Anwendung des Fließarbeitgrundsatzes seine Berechtigung hat.

Die Gießerei wurde von Anfang an planmäßig angelegt mit dem Zweck und Ziel, die Handarbeit soweit wie möglich auszuschalten, sie in den Fällen, in denen sie unvermeidlich ist, zu erleichtern, und zwar von der Ausladestelle für die Rohstoffe aus dem Eisenbahnwagen ab bis zum Versand der fertigen Gußstücke. Es werden verschiedene hochwertige Kupferlegierungen in den elektrischen Öfen erzeugt, und zwar eine mit 74 % Cu, 19 % Pb, 6 % Sn und 2 % Zn, eine andere mit 80 % Cu, 10 % Sn und 10 % Pb, eine dritte mit 85 % Cu, 5 % Pb, 5 % Zn und 5 % Sn und schließlich eine mit 60 % Pb, 38 % Cu und 2 % Ni. Die Erzeugung dieser letzteren ist vom metallurgischen Standpunkte aus von besonderem Interesse, da die Zubereitung dieser bleireichen Legierung auf gewöhnlichem Wege Schwierigkeiten verursacht, die durch den elektrischen Ofen behoben sind. Man erzeugt denn auch Legierungen von großer Gleichmäßigkeit und ausgezeich-

[1]) ETZ 1934, S. 702.
[2]) ETZ 1935, S. 46; Entwurf DIN VDE 9800.

Digitized by Google

neter Beschaffenheit. Ein Teil der verschiedenen Legierungen wird in Sandformen, ein anderer Teil in Dauerformen abgegossen.

Der Durchlauf der Fertigung vollzieht sich von links nach rechts. Am linken Ende des Werkes befindet sich der Gleisanschluß. Hier kommen die Altmetalle an. Der größte Teil des Einsatzes für die elektrischen Öfen besteht aus Altmetallen. Neumetalle werden nur zu einem geringen Teil zwecks Berichtigung der Zusammensetzung beim Schmelzen benutzt. Es lassen sich somit auch billige Altmetalle umschmelzen, die infolge der durchgreifenden Reinigung im elektrischen Ofen doch zu hochwertigen Gußstücken führen. Die Altstücke gelangen nach Entladen des Waggons auf ein Förderband, das sich auf der Plattform im Kreislauf bewegt. Nach Sortieren gelangen die Stücke in Behälter, unter denen der Gattierungsplatz vorgesehen ist. Über einen Hängebahnwagen werden sie nunmehr zu der Plattform für die Ofenbegichtung gefahren. Es sind 9 elektrische Öfen mit einem Inhalt von 180 bis 1600 kg vorhanden. Die elektrische Schmelzart wurde deshalb gewählt, weil es bei den obenerwähnten Legierungen vielfach darauf ankommt, eine möglichst neutrale Ofenatmosphäre zu sichern. Ein Einsatz von etwa 1350 kg kann in rd. 1 h niedergeschmolzen werden, während die kleineren Öfen 11 ··· 12 Hitzen in 8 h ergeben. Die gesamte Monatserzeugung beläuft sich auf 1972 t. Die Ofenanlage ist mit Temperaturmeß- und Signalgeräten ausgestattet, so daß der Abstich gleich nach Erreichung der gewünschten Temperatur vorgenommen werden kann. Abgestochen wird in Gießpfannen, die durch Hängebahnen zu den Gießstellen bewegt werden. Es sind zwei Gießstellen vorhanden, eine kleinere in der Nähe eines Flügels der Ofenanlage für die Dauerformen, wobei sich die Formen auf einem kreisrunden Förderband an der Gießpfanne vorbeibewegen, und eine größere ovalförmige mit dem einen Ende des Umlaufes etwa in der Mitte vor der Ofenanlage. An dem entgegengesetzten Ende der Gießstelle ist die Ausschlagstelle für die gegossenen Formen, während die eine Längsstrecke dieses Fließbandes für die Herstellung der Formen, die hierzu parallele Strecke hinter der Gießstelle für die Abkühlung der gegossenen Stücke in den Formen dient. Von der Kastenausschlagstelle aus führt ein Fließband den Sand zu einer selbsttätigen Sandaufbereitungsanlage, von wo aus er durch ein Becherwerk hochgefördert und durch ein weiteres Fließband zu den Sandbehältern gebracht wird. Aus diesen Behältern wird er von den Formern für die Herstellung der Formen auf den Formmaschinen entnommen. (Iron Age Bd. 134, H. 7, S. 10.) *Kp.*

Im elektrischen Ofen behandeltes Roheisen. — Die Hochofenwerke zu Saulnes (Frankreich) erzeugen neuerdings eine besondere Roheisenart, die sich für die Herstellung von hochwertigem Gußeisen eignet. Es ist dies ein Gießereiroheisen, das im Hochofenwerk selbst gewonnen wird, indem das flüssige Hochofenroheisen in einen der elektrischen Öfen zwecks Feinung übergeführt und nach dieser Behandlung im elektrischen Ofen zu Roheisenmasseln vergossen wird. Diese Masseln selbst werden dann wie das übliche Gießereiroheisen an die Gießereien abgegeben, die es auf dem üblichen Wege in den Gießereischachtöfen umschmelzen. Das so gewonnene Roheisen ist also nicht zu verwechseln mit dem in elektrischen Öfen gewonnenen hochwertigen Gußeisen, vielmehr bezweckt es, die Gießereien, die sich der Kosten wegen einen elektrischen Ofen nicht anschaffen können, in die Lage zu versetzen, auch mit dem üblichen Kupolofen durch die Verwendung eines hochwertigen Roheisens, Gußstücke mit hohen mechanischen Eigenschaften zu gewinnen. Der elektrische Ofen in Anlehnung an den Hochofenbetrieb stellt hierfür eine glückliche Lösung dieser Aufgabe dar. Die Erfahrungen mit dem neuen auf elektrischem Wege hergestellten Roheisen haben bewiesen, daß nunmehr alle Gießereien in der Lage sind, hochwertige Gußstücke auf dem bisher üblichen Schmelzwege auch ohne Anwendung neuer Verfahren oder Einrichtungen zu erzeugen. (A. Le Thomas, Vortrag, gehalten vor der Hauptversammlung der französischen Gießereifachleute zu Nancy, Juli 1934.) *Kp.*

Fernmeldetechnik.

Fernsprechanlagen für den Luftschutz. — Der Luftschutz steht und fällt mit einem zuverlässigen, stets betriebsbereiten und unbedingt sicher arbeitenden Nachrichtendienst. Dieser Dienst muß rechtzeitig vor feindlichen Luftangriffen warnen, damit Schutzmaßnahmen ergriffen und Schutzmittel eingesetzt werden können. Allgemeine Richtlinien für den Werkluftschutz bezüglich der Fernmeldeanlagen werden demnächst herausgegeben werden. Den industriellen und anderen lebenswichtigen Betrieben, aber auch den Gebäuden der staatlichen Verwaltung wird telephonisch eine Vorwarnung gegeben, damit sie den Alarm der Belegschaft rechtzeitig durchführen können. Es kommt darauf an, jede Panik zu vermeiden und die Unterbrechung der Arbeit so kurz wie möglich zu bemessen.

Deshalb sind für solche Betriebe akustische Alarmgeber, wie Hupen, Sirenen, Wecker, nur für den Hauptalarm zu empfehlen. Die auf die Vorwarnung sofort folgenden Maßnahmen, nämlich der Aufruf der sog. aktiven Belegschaft, wie Gasspürer, Feuerwehr, Sanitäter, Ordner, Beobachter usw. soll möglichst geräuschlos und unauffällig erfolgen, um die passive, zunächst weiterarbeitende Belegschaft nicht vorzeitig zu beunruhigen. (Nur in den Grenzgebieten wird die Zeit zwischen Vorwarnung und Luftangriff so kurz sein, daß sofortiger Gesamtalarm mit allen Mitteln geboten ist.)

Das sind die Gedanken, die zur Entwicklung der Fernsprech-Ausweichzentralen geführt haben. Dazu kommt, daß der Fernsprecher das gegebene Verständigungsmittel zwischen dem im Luftschutzkeller befindlichen Werkluftschutzleiter und seinen Trupps ist, die sich über das zu schützende Gelände und Gebäude verteilen und von einer zentralen Kommandostelle aus geleitet werden müssen. Die Fernsprech-Ausweichzentrale ist dazu bestimmt, die vorhandene Nebenstellenanlage des zu schützenden Betriebes auf den Luftschutz umzustellen und mit dem dafür nötigen Teil der Anlage dem normalen Verkehr und den Gefahren des Luftangriffes auszuweichen.

Abb. 6. Luftschutz-Fernsprech-Ausweichzentrale für 5 Anschlüsse in schließbarem Schutzgehäuse. Oben die Anruf-Fallklappen, darunter die Rufschalter zum Anruf der angeschlossenen Fernsprecher durch Betätigung des Kurbelinduktors (unten rechts). In der Mitte der Generalumschalter US. Die Zentrale wird auch für größere Anschlußzahlen gebaut.

Zu diesem Zweck werden einige Amts- und Hausleitungen über den Luftschutzkeller geschleift und dort über einen Generalumschalter geführt, mit dem sie auf die Ausweichzentrale umgeschaltet werden können. Hat der Werkluftschutzleiter die Vorwarnung wie ein gewöhnliches Ortsgespräch empfangen, so geht er in den Keller und legt den Generalumschalter um. Damit sind die Fernsprecher des Leiters und seiner Truppführer nunmehr an die Ausweichzentrale AZ (Abb. 6) angeschlossen und nur noch mit deren Hilfe zu erreichen. Solange die normale Nebenstellenanlage überhaupt betriebsfähig ist, steht sie mit dem Apparat des Werkluftschutzleiters in Verbindung, da dessen Leitung mit umgeschaltet worden ist. Der Leiter hat 2 Telephone zur Verfügung: eines, das über eine bestimmte Amtsleitung mit der Außenwelt (über das Amt) verbindet, und seine normale Nebenstelle, die nur in den Keller umgeschaltet ist. Die AZ hat zum Verkehr mit den angeschlossenen Posten eine eigene Sprechgarnitur, die von einem besonderen Telephonisten bedient wird.

Damit hat der Luftschutzleiter die absolute Befehlsgewalt. Er kann durch keinen überflüssigen Anruf gestört werden und hat seine Trupps fest in der Hand.

Die AZ ist ein ganz einfacher Klappenschrank für OB-Betrieb und Induktorruf. Die angeschlossenen Sprechstellen verkehren normalerweise nicht untereinander, sondern nur mit der AZ; es ist jedoch möglich, mehrere oder alle Stellen gleichzeitig anzurufen, indem man die entsprechenden Rufschalter umlegt.

Die angeschlossenen Sprechstellen können Verbundfernsprecher für ZB/W und OB-Betrieb sein. Sie enthalten also Wählscheibe und Kurbelinduktor. So hat man die Aufstellung besonderer Luftschutztelephone — für die nur OB-Betrieb in Betracht kommt — überflüssig gemacht. Die Stationen dienen außerhalb der Alarmzeiten dem normalen Verkehr und stehen dadurch ständig unter Betriebskontrolle. Das ist ein nicht zu unterschätzender technischer und wirtschaftlicher Vorteil.

Digitized by Google

Da das vorhandene Nebenstellennetz in der Regel nicht immer Sprechstellen an den für den Luftschutz wichtigen Punkten besitzt — z. B. auf den Böden und dem Dach —, werden auch tragbare Fernsprecher nach der gleichen Schaltung gebaut, die über Steckdosen oder Behelfsleitungen mit der AZ verbunden werden. Zweckmäßig werden die Steckdosen über das ganze Gelände verteilt und so numeriert, daß die Kennziffer Aufschluß über den jeweiligen Ort gibt.

Die hier beschriebene Anlage ist von der Mix & Genest A.-G. entwickelt worden, wobei alle Wünsche der behördlichen Stellen weitgehend berücksichtigt worden sind. Die Einrichtung dürfte das Recht der Priorität für sich in Anspruch nehmen können; sie hat bei einer unlängst stattgefundenen Pressevorführung von ihrer Zweckmäßigkeit überzeugt. *H. R. K.*

Fernsehen in England. — Der vom englischen Postminister im Mai 1934 zur Begutachtung der Fernsehfrage eingesetzte Prüfungsausschuß hat nach einem Besuch in Deutschland und den V. S. Amerika nunmehr seinen Bericht erstattet. Auf Grund der Vorschläge beabsichtigt der Postminister, noch bis Ende des Jahres in London eine Fernseh-Sendesation einzurichten, bei der abwechselnd das Verfahren der Baird-Television Comp. und der Marconi-Television Comp. erprobt werden soll. Die Gesellschaften erhalten kein Monopol für die Herstellung der Empfangsgeräte, sondern werden verpflichtet, Fabrikationslizenzen weiterzugeben. Der Fernsehempfang ist bis zum 31. XII. 1936 für Rundfunkteilnehmer unentgeltlich.

Die bis Ende 1936 entstehenden Kosten werden auf 180 000 £ (z. Z. etwa 2¼ Mill RM) geschätzt. Der Prüfungsauschuß hat die Übertragung der Fernsehbilder auf Ultrakurzwellen mit 25 Bildwechseln zu 240 Zeilen/s empfohlen. Die Reichweite einer 10 kW-Station wird bei mäßig welligem Gelände auf 40 km angenommen. Ein Empfangsgerät mit 20 · 15 cm Bildgröße wird 600 bis 1000 RM kosten. Zur weiteren Förderung des Fernsehdienstes hat der Postminister einen sechsgliedrigen Beratenden Ausschuß ernannt, dem Vertreter der Abteilung für wissenschaftliche und industrielle Forschung und der Postverwaltung sowie des Rundfunks angehören.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Neue Messungen der kosmischen Ultrastrahlung in großen Höhen. — Wie bekannt, hat E. Regener, Stuttgart, in den letzten Jahren die Technik der Registrierballonaufstiege mit drei und mehr Tragballonen so weit vervollkommnet, daß er — die Piccardschen Stratosphärenflüge weit übertreffend — mit Hilfe von selbstregistrierenden Instrumenten äußerst wertvolle Messungen der Ultrastrahlung bis zu Höhen von fast 30 km wiederholt erhalten konnte. Im Jahre 1934 wurden diese Aufstiege mit verbesserten Mitteln fortgesetzt.

Vor allem interessierte die Frage, ob die mit einer gewöhnlichen Ionisationskammer gemessenen Ultrastrahlungsintensitäten streng proportional der Zahl der auffallenden Korpuskeln (bzw. Quanten) ist. Es kam also darauf an, zu untersuchen, ob die Kurve des Anstiegs der Ultrastrahlungsintensität, mit Zählrohr gemessen, von der gewöhnlichen Anstiegskurve nach der Ionisationsmethode irgendwie abweicht. E. Regener und G. Pfotzer[1]) haben zu diesem Zweck eine besondere Zählrohranordnung konstruiert, die samt Zählwerk nur einige Kilogramm wog und somit leicht mit vier Tragballonen hochgebracht werden konnte. Eine besonders angefertigte Kleinbatterie (Pertrix) von 1100 V für das Zählrohr wog nur 1,1 kg. Das Zählwerk war ein Taschenuhrwerk, dessen Anker durch einen an den Verstärker angeschalteten Elektromagneten bewegt wurde. Belichtungskontakte nach je 4 min besorgen die photographische Aufnahme des Standes des Zählwerks, des Luftdrucks und der Apparattemperatur, die übrigens, dank der Zellophan-Aluminium-Umhüllung der Gondel, nur zwischen + 27 ° (in 3 km) und + 17 ° C (in 28 km Höhe) schwankte.

Die gleich beim ersten Aufstieg (24. VII. 1934) erhaltenen tadellosen Registrierungen der Zählrohrimpulse als Funktion der Höhe ergaben eine Kurve, die auch in den Höhen über 20 km, wo die Ultrastrahlintensität schon praktisch konstant ist, durchaus mit der Kurve der Zunahme der Ionisation mit der Höhe übereinstimmt.

Dieser eine Aufstieg hat also dank der vorzüglichen instrumentellen Vorbereitung die gestellte Hauptfrage eindeutig zu beantworten gestattet. Es ergaben sich aber noch weitere interessante Schlußfolgerungen: Wenn Zählrohrkurve (Zahl der Impulse je cm² und s) und Ionisationskurve so weitgehend übereinstimmen, so folgt weiter, daß die spezifische Ionisation (d. i. die Zahl der Ionenpaare, welche je cm Länge der Bahn einer Ultrastrahlkorpuskel entstehen) in allen Höhen bis 28 km praktisch dieselbe bleibt, mit anderen Worten: daß Ionisationswirkung und Zahl der mit Zählrohr festgestellten auffallenden Korpuskeln einander streng proportional sind. Die spezifische Ionisation beträgt nach Regener und Pfotzer 103 Ionenpaare je cm Weg (bei Atmosphärendruck); dieser Wert ist etwas geringer als die von einigen anderen Forschern bisher gefundenen Zahlen.

Aus dem waagerechten Verlauf sowohl der Zählrohrkurve als auch der Ionisationskurve von 20 km aufwärts darf aber nicht etwa geschlossen werden, daß in diesen Höhen die Ultrastrahlung bereits mit allen Sekundärstrahlen gesättigt ist. Ein solcher Schluß wäre nur berechtigt, wenn die Strahlung nur senkrecht einfiele. Rechnet man aus dem allseitigen Einfall auf senkrechten Einfall um, so erscheint bei der Zählrohrkurve genau dasselbe Intensitätsmaximum in der freien Atmosphäre bei etwa 13 km Höhe wie bei der Ionisationskurve, die man mit offener Ionisationskammer erhält.

Die Messungen mit offenem Ionisationsgefäß sind von E. Regener gemeinsam mit R. Auer[1]) im Jahre 1934 mit verbesserten Apparaten fortgesetzt worden, wobei Ionisationsgefäße aus Aluminium von 105 und 194 l Rauminhalt (Wandstärke 0,3 mm) verwendet wurden. Das Elektrometer war von der Ionisationskammer getrennt in einem besonderen auf 20 mm Hg ausgepumpten Gefäß aus „Indilatans" untergebracht, und seine Ausschläge wurden ebenso wie Luftdruck und Apparattemperatur alle 4 min selbsttätig photographisch aufgezeichnet. Mit vier Ballonen mit 3 m Dmr. gelang es, die recht umfangreiche Apparatur bis zu Höhen von fast 20 km zu bringen. Die bisher erhaltenen vier Aufstiegskurven mit offenen Kammern stimmen untereinander recht gut, wenn auch nicht vollständig überein: sie zeigen aber alle das recht scharfe Intensitätsmaximum bei rd. 140 mm äußerem Luftdruck. Bei den zwei Aufstiegen von 1934 wurden die Kammern innen mit Zelluloid- bzw. mit Paraffinschichten ausgekleidet, um festzustellen, ob die primäre Ultrastrahlung Neutronen enthält. Solche Versuche wurden zwar schon von Irène Curie und F. Joliot mit negativem Ergebnis am Jungfraujoch angestellt, doch schien eine Wiederholung dieser Versuche in großen Höhen angezeigt. Daß die mit und ohne Innenauskleidung der Kammer erhaltenen Kurven bis auf wenige Prozent übereinstimmen, deutet Regener dahin, daß die primäre Ultrastrahlung jedenfalls nicht zur Gänze oder zu einem überwiegenden Prozentsatz aus Neutronen bestehen könne. Ob bei der Ultrastrahlung nicht doch Neutronen in kleinerem Prozentsatz beteiligt sind, wird sich erst aus weiteren Versuchen schließen lassen.

Eine sehr bemerkenswerte Reihe von Beobachtungen der Ultrastrahlung in Höhen bis 6100 m wurde von Hermann Hoerlin[2]) auf der Cordillera-Blanca-Expedition des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins angestellt, wobei die Regenerschen Kugelpanzerapparate verwendet wurden. Hoerlin hat außerdem den Breiteneffekt der Ultrastrahlung durch Messungen auf der Seereise von Magellanes bis Hamburg und auf drei Gebirgstationen in der Schweiz studiert. In Südamerika wurde auf acht Gebirgsstationen in 2500 bis 6100 m Seehöhe je mindestens 5 Tage lang die Ultrastrahlungsintensität registriert; bei allen Messungen wurde abwechselnd mit nach oben offenem und mit geschlossenem Panzer gearbeitet. Aus allen Messungen ergibt sich in guter Übereinstimmung mit Clay und Compton ein sehr starkes Ansteigen des Breiteneffektes mit der Seehöhe, ferner verläuft der Anstieg der Strahlungsintensität mit der Höhe in der Äquatorialzone viel flacher als in höheren Breiten (z. B. 49 ° n. Br.). Es ist daraus zu entnehmen, daß die Ultrastrahlung infolge der ablenkenden Wirkung des magnetischen Erdfeldes am Äquator ganz andere Zusammensetzung hat als in höheren Breiten, wo die weichere, leichter ablenkbare Strahlung vorwiegt. [E. Regener, G. Pfotzer, R. Auer, H. Hoerlin, Phys. Z. Bd. 35 (s. Fußnoten).]

V. F. Hess.

Eine neue Form von Hochfrequenz-Widerständen. — Um für Hochfrequenz geeignete Widerstände von geringer Kapazität und Selbstinduktion und genügender Konstanz zu erhalten, benutzen die Verfasser die Kathodenzerstäubung. Als Träger dienen Zylinder von „Calan", einem neuen hochmagnesiumhaltigen, keramischen Werkstoff. Der Zylinder rotiert während der Bestäubung

[1]) Physik. Z. Bd. 35, S. 779 (1934).

[1]) Physik. Z. Bd. 35, S. 784 (1934).
[2]) Physik. Z. Bd. 35, S. 793 (1934).

Digitized by Google

mit gleichbleibender Geschwindigkeit. Die Kathode besteht aus zwei Einzelelektroden, Platin und Silber oder Palladium, um Legierungen von kleinem Temperaturkoeffizienten zu erhalten (etwa 10^{-4}). Da bei der Kathodenzerstäubung ein Gemisch von einer amorphen und einer kristallinen Substanz entsteht, werden die Schichten kurze Zeit auf eine Temperatur von 600 ° bis 700 ° gebracht, wodurch die amorphe in die kristalline Modifikation übergeführt wird. Zur Zuleitung dienen keramisch eingebrannte Silberringe. Man kann so Widerstände von $0{,}1 \cdots 10^{-10}\,\Omega$ herstellen. Bei großen Widerständen wird die Metallschicht durch Blenden während der Bestäubung gewendelt. Die Widerstände lassen sich genau abgleichen und zu Rheostaten vereinigen. Bei Änderung des Widerstandes durch Umstöpseln wird der jeweilige Widerstand durch ein gleichgestaltetes Kupferröhrchen ersetzt, um die Selbstinduktion der ganzen Anordnung konstant zu erhalten. (P. Wenk und M. Wien, Physik. Z. Bd. 35, S. 145, 653.) *Br.*

Stauboberflächenbewegungen in elektrischen Feldern. — S. Franck zeigt an einer Reihe von interessanten Photographien die ganz verschiedenen Formen, die an freien Oberflächen von schlecht leitendem Staub je nach der Art des elektrischen Feldes auftreten können. Es kann eine Loslösung der Staubteilchen von der Oberfläche erfolgen. Die gelösten Staubteilchen wandern entweder zur Gegenelektrode oder pendeln zwischen der Gegenelektrode und der Stauboberfläche. Zweitens kann eine Veränderung der Oberfläche selbst eintreten. Im Gleichfeld mit Raumladungen treten räumlich positive und negative Staubfiguren auf. Im Wechselfeld ohne Raumladungen lagert sich die Stauboberfläche in viele nebeneinander liegende Spitzkegel um. Im Wechselfeld mit Raumladung erscheint ein Abbruch der Stauboberfläche in scharf begrenzten, in Richtung der Feldlinien liegenden Wänden. (S. Franck, Physik. Z. Bd. 34, S. 214.) *Br.*

Elektrische Leitfähigkeit elektronischer Halbleiter. — Ein sehr dunkles Kapitel in der Physik sind die Halbleiter. Heute braucht vor allem die Technik hier Aufklärung, da die Halbleiter schon eine sehr umfangreiche technische Anwendung gefunden haben. Was ein Halbleiter ist, kann man noch nicht eindeutig sagen. B. Gudden gibt auf Grund seiner sehr übersichtlichen Zusammenfassung über die Arbeiten, die auf diesem Gebiet in den letzten Jahren erschienen sind, die Definition: Ein Halbleiter ist ein fester Körper, in welchem die Elektrizitätsleitung von den Elektronen getragen wird — Gudden rechnet auch noch solche Körper dazu, in der sie zum beträchtlichen Bruchteil von Elektronen getragen wird — und die irgendwelche Besonderheiten haben, die nicht nur von der Oberfläche abhängen. Von diesen Besonderheiten ist allen Halbleitern gemeinsam die Widerstandsabnahme mit der Temperatur, exponentiell wie beim Cu_2O, bis annähernd linear wie beim Selen. Bisher ist es noch nicht gelungen, in die Leitungsvorgänge größere Klarheit zu bringen. Die Hauptschwierigkeiten bestehen in der Erfassung all der hier möglichen Fehlerquellen. Vor allem überlagern sich meist elektrolytische Vorgänge und verdecken fast ganz die eigentlichen Eigenschaften des Halbleiters. Es fehlen uns hier noch sehr viel experimentelle Unterlagen. Erforderlich ist eine ganz intensive Zusammenarbeit des Chemikers, Physikers und vor allem des Technikers. Für alle wird die zusammenfassende Darstellung Guddens über dies verzweigte Gebiet die Grundlage sein. (B. Gudden in Bd. 13 der Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, Verlag Julius Springer, Berlin 1934.) A. Meißner.

Verschiedenes.

25 Jahre Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke. — Unter Ausschaltung von Einzel- und Privatinteressen sollte der 1909 gegründete Verband eine einheitliche und allgemeine Elektrizitätsversorgung für alle beteiligten Wirtschaftskreise, besonders für die Landwirtschaft, herbeiführen. Diese Aufgabe hat er, wie eine aus Anlaß des fünfundzwanzigjährigen Bestehens herausgegebene, reich illustrierte Denkschrift[1]) zeigt, in vorbildlicher Weise gelöst. Sein Arbeitsgebiet, anfangs über das württembergische Oberland vom Bodensee bis zum Albrand und Hohenzollern, heute auch über einen Teil des württembergischen Schwarzwalds sich erstreckend, umfaßt 8374 km² mit 714 000 Einwohnern, von denen der Verband 430 000 unmittelbar mit Elektrizität beliefert[1]). Er erzeugt letztere in den drei Illerkraftwerken Tannheim, Unteropfingen und Unterdettingen, neben denen ihm noch eine Reihe kleinerer Wasserkraftanlagen, darunter das Pumpspeicherwerk Bettenhausen, die Reservedampfzentrale Ulm sowie einige Wärmekraftwerke geringer Leistung zur Verfügung stehen (insgesamt 57 459 kW). Eine Beteiligung an der Vorarlberger Illwerke AG. und Verträge mit dem RWE, dem Bayernwerk und andern großen Elektrizitätsunternehmen sichern den OEW den bei der Unbeständigkeit der Illerwasserkräfte notwendigen Ergänzungstrom bzw. den Absatz ihrer Überschußenergie. 1931 betrug der Gesamtanschlußwert einschl. des Heimbachkraftwerks und der Argenwerke 209 930 kW, die Leitungslänge 7879 km, die Erzeugung 134,3, der Fremdbezug 49,8 Mill kWh und die Stromgeldeinnahme nahezu 10,5 Mill RM. *fm.*

Grüne Woche, Berlin 1935. — Die Schau fand in sämtlichen Ausstellungshallen der Berliner Messestadt vom 26. I. bis 3. II. statt und gab ein geschlossenen Bild aller im Reichsnährstand vereinigten Zweige. Die Bedeutung des Bauerntums für Volk und Staat, der Landwirtschaft in der gesamten Volkswirtschaft war überzeugend dargetan. In der Ehrenhalle des deutschen Bauern war durch die Sonderschau „Vom Odalsrecht zum Reichserbhofrecht“ erstmalig die geschichtliche Entwicklung des germanisch-deutschen Bodenrechts aufgezeigt. In einer zweiten Sonderschau brachte das Stabsamt des Reichsbauernführers „Märkisches Bauerntum aus fünf Jahrtausenden“ zur lebendigen Darstellung. Unter den weiteren Sonderschauen sei nur auf den wirtschaftlich wichtigen Überblick zu den allgemeinpolitischen und sozialpolitischen Auswirkungen der nationalsozialistischen Marktordnung hingewiesen, die auch eine grundlegende Wendung in der Preisbildung gebracht hat. Mit diesem belehrenden und erzieherischen Teil der Ausstellung war eine große Industrieschau mit landwirtschaftlichen Maschinen, Kühlanlagen, Pumpen usw. verbunden.

Zahlreich waren die Hauswasserwerke mit vollselbsttätigem Betrieb zur eigenen billigen Wassergewinnung. Eine Ausführung zeigte zwecks Raumersparnis die Elektropumpe auf den Druckkessel aufgebaut. Unter anderen Formen fiel die selbstansaugende Hawig-Schwimmpumpe dadurch auf, daß sie auf dem Wasserspiegel schwimmt und keine Rohrleitung benötigt. Motor und Kreiselpumpe sind von einer wasserdichten, mit Luft gefüllten Schwimmboje umschlossen. Die Pumpe wird durch einen Quecksilberschalter selbsttätig je nach dem Wasserzufluß zu- oder abgeschaltet. Bei einer neuen Bauart der Alfa-Laval-Melkmaschine werden die Melkpulse mit elektromagnetischer Schwachstrom-Fernsteuerung auf die Melkmaschine übertragen.

Die Haushaltskühlschränke für die Landwirtschaft wiesen Verbesserungen und Verbilligung auf. Durch Verwendung anderer Kältemittel konnte der Energiebedarf der Schränke wesentlich herabgesetzt werden. Als Neuerung ist eine Staffelkühlung erwähnenswert, die es gestattet, in einem Schrank gleichzeitig verschiedene, aber konstant bleibende Kühltemperaturen zu halten, um alle Lebensmittel je nach ihrer Art und ihrem Verwendungszweck zu kühlen.

Auf dem Stand des Märkischen Elektrizitätswerks war ein billiger elektrischer Volksherd mit Geschirr für 4 ··· 5 Personen zu sehen. Die Doppelkochplatte des Tischherdes hat 2 kW, das Brat- und Backrohr 1,2 kW. Auch ein Hausbackofen zum Backen von Landbrot wurde gezeigt. Bei 5,6 kW Stromaufnahme im Backrohr und einem Strompreis von 8 Pf/kWh sind die Stromkosten für 1 Pfd. Brot = 1 Rpf.

Auch kleine, billige Hebezeuge, bei denen auf einfache Handhabung im rauhen Betrieb Wert gelegt wird, wurden gezeigt. Sie fielen durch ihren einfachen elektrischen Aufbau auf. Weitere beachtenswerte Neuheiten waren u. a. die Hauptner-Electric-Schermaschine „Forfex“ zum Anhängen und mit Universalmotor im Handgriff und der Fleischmann-Eierprüfer zum Anschluß an die Lichtleitung. *Pge.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

35. Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft. — Diese fand unter Leitung des Vorsitzenden Prof. Schütte vom 22. bis 24. XI. 1934 in Berlin statt. Die Vorträge, in deren erstem Wrobbel, Hamburg, einen umfassenden, geschichtlichen Rückblick mit anschließender Stellungnahme zu den Zukunftsaufgaben in der deutschen Schiffsart gab, zeigten die Ziele

[1]) Internat. Industrie-Bibliothek Bd. 45.

[1]) Vgl. a. ETZ 1933, S. 1239.

Digitized by Google

auf, die darauf gehen, durch verbesserte Schiffsformen und Propeller den Fassungsraum und die Fahrgeschwindigkeit der Schiffe bei gleicher Kraftleistung zu steigern. Dabei blieb auch nicht außer acht, daß es im nationalvolkswirtschaftlichen Interesse erforderlich ist, tunlichst heimische Brennstoffe zu verwenden. Hierzu eignet sich besonders der Hochdruckdampf, der wohl aus einheimischer Kohle, insonderheit in Verbindung mit der Kohlenstaubfeuerung, erzeugt werden kann. „Über die Betriebsanforderungen an Hochdruck-Dampfanlagen auf Schiffen" sprach C. H. Hartmann, Kassel-Wilhelmshöhe. Der Einfluß der Schraubenform auf den Kraftbedarf bzw. auf die Fahrgeschwindigkeit bei gleicher Kraftleistung kam besonders in den Vorträgen von F. v. Marnitz, Hamburg, und von K. Burkowitz, Berlin, zum Ausdruck. Die neuzeitliche Propellertheorie hat zu neuen Formen, wie zum Voith-Schneider-Propeller mit um eine senkrechte Achse kreisenden Flügeln, geführt, bei dem sich der dieselelektrische Antrieb besonders günstig anwenden läßt. Der Diesel-Stromerzeuger steht an geeigneter Stelle im Schiff, und der Elektromotor ist in den Propeller organisch eingebaut. Mit diesem Antrieb sind Schiffe der DRG auf dem Bodensee ausgerüstet. *Pge.*

Devisen- und Einfuhrerleichterungen für die Beschickung der Internationalen Mustermesse Posen 1935. — Für die deutschen Beschicker der in der Zeit vom 28. IV. bis 5. V. 1935 stattfindenden größten polnischen Messe, der internationalen Mustermesse Posen, sind Devisen- und Einfuhrerleichterungen zugestanden worden. Ferner steht eine Anzahl Meßkontingente zur Verfügung. Näheres durch den deutschen Beauftragten der Messe: Dipl.-Ing. Lutz, Berlin-Wilmersdorf, Wilhelmsaue Nr. 10. Teleph. Emser Pl. H 6 4849.

Internationale Lyoner Mustermesse 1935. — Die diesjährige internationale Lyoner Mustermesse findet vom 7. bis 17. März statt, sie ist mit einer Ausstellung für Binnenschiffahrt und einer Landmaschinenwoche verbunden. Auskünfte gibt das Deutsche Büro der Lyoner Messe, Weimar, Brennerstr. 18.

Energiewirtschaft.

Betriebsatzung für die Versorgungsbetriebe oder Verkehrsbetriebe der Stadt (des Kreises) ... — Diese sind vom deutschen Gemeindetag als Muster für die preußischen Städte und Landkreise festgestellt (kommunales Archiv 14). — Durch ihren „Ausschuß für Aktienrecht" hatte die „Akademie für deutsches Recht" kürzlich Vorschläge unterbreitet, deren Grundgedanke es ist, Klarheit und Wahrheit in die Berichterstattung — Bilanzen und Geschäftsberichte — aller nach dem Aktienrecht betriebenen Unternehmungen zu bringen. Wir hatten über diese Vorschläge[1]) ausführlich berichtet. Jetzt sei auf einen in der gleichen Richtung verlaufenden Schritt hingewiesen, den der „deutsche Gemeindetag" kürzlich durch Bekanntgabe seiner „Betriebssatzungen" unternommen hat.

Wenn das Muster zur allgemeinen Annahme gelangt, werden diese Satzungen von einem äußerst tiefgehenden Einfluß auf die deutsche Stromwirtschaft sein.

Die wichtigsten Bestimmungen der vorliegenden Mustersatzungen sind folgende:

1. Wenn eine Stadt oder ein Kreis mehrere Versorgungsbetriebe besitzt, so sind diese in eine einheitliche wirtschaftliche Unternehmung, die den Namen „Stadtwerke" (oder Kreiswerke) führt, zusammenzufassen. Die einzelnen Betriebe werden als Abteilungen der Stadtwerke geführt; z. B. Stadtwerke . . . Abteilung Elektrizitätswerk.
2. Die Verwaltung der Stadtwerke führt „der Leiter der Gemeinde" (Ober- oder Bürgermeister, Landrat) oder ein von ihm bestellter „zuständiger Beigeordneter" als „Erster Werkleiter".
   Im übrigen werden die Stadtwerke von den „Werkleitern" verwaltet, die grundsätzlich für jeden Versorgungsbetrieb zu bestellen sind. Für die kaufmännische Verwaltung wird ein gemeinschaftlicher Werkleiter („kaufmännischer Werkleiter") bestellt. Der „zuständige Beigeordnete" oder „Erste Werkleiter" sollen Entscheidungen nur im Benehmen mit den zuständigen Werkleitern treffen; bei Meinungsverschiedenheiten ist die Entscheidung des „Leiters der Gemeinde" einzuholen.
3. Für die Rechnungslegung enthalten die Betriebssatzungen eingehende Vorschriften, die über die Forderungen der jetzigen Aktiengesellschafts-Gesetzgebung weit hinausgehen.

[1]) ETZ 1934, S. 721 u. 816.

Werden die Betriebsatzungen für die deutschen Gemeinden und Kreise bindend, so erhalten die im Gemeindebesitze befindlichen Versorgungsbetriebe durchweg eine neue Betriebsform, die von der gemeindlichen Aktiengesellschaft stark abweicht. Ob und wie die vorgeschlagenen Betriebsatzungen sich auf die Energieversorgung auswirken werden, wird die Zukunft lehren. Zweifellos bergen sie die Gefahr in sich, daß die Versorgungsbetriebe dem überwiegenden Einfluß des nicht immer sachkundigen Leiters der Gemeinden ausgeliefert sind. Es sei daran erinnert, daß man vor Jahren mit voller Absicht daran ging, die Versorgungsbetriebe den Einflüssen der Gemeindevertretung durch Bildung von gemeindlichen Aktiengesellschaften zu entziehen. Allerdings war damals die heute beseitigte Interessenwirtschaft der Parteien der Stadtverordnetenversammlungen ein schweres Hindernis einer sachgemäßen Verwaltung kommunaler Werke. Jetzt wird es auf den Geist ankommen, der die Gemeindevorstände beseelt, ob sich die Unterstellung günstig oder ungünstig für die Versorgungsbetriebe auswirken wird. Aber einige Vorteile liegen klar auf der Hand.

Durch die Annahme der Betriebsatzungen würde ein einheitliches Wirtschaftstreben in den gemeindlichen Versorgungsbetrieben Platz greifen und dadurch wesentlich gefördert werden, daß die vollkommen einheitlich aufgestellten Abschlüsse und Jahresberichte einen Vergleich ähnlich gelagerter Werke untereinander ermöglichen; einem bisher schwer empfundenen Mangel würde alsdann abgeholfen sein.

Der Hauptvorteil aber bestände darin, daß durch eine weitgehend durchgeführte „Öffentlichkeit" (Publizität) auch die Abnehmerschaft Einsicht in das Wirtschaftsgebaren der Versorgungsbetriebe erhält, die ihr bisher versagt war. Dadurch wird das Vertrauen der Abnehmer zu ihren Werken stark gekräftigt werden. Die Bestrebungen, welche darauf hinzielen, die in den gemeindlichen Versorgungsbetrieben steckenden Gelder allmählich aus dem Privatbesitze, vor allem dem ausländischen, in die Hände der Abnehmerschaft, die ja mit der gesamten Bürgerschaft immer einheitlicher wird, überzuführen, werden durch das steigende Vertrauen zwischen Lieferer und Abnehmer wesentlich gefördert werden. *Trb.*

Bau eines Wasserkraftwerkes am Dunajec. — Der schon seit einigen Jahren geplante Bau eines großen Staubeckens und eines Wasserkraftwerkes in Roznow am Dunajec geht, einer Warschauer Meldung zufolge — nunmehr der Verwirklichung entgegen. Am Bauort sind bereits einige Ingenieure des polnischen Verkehrsministeriums eingetroffen, welche die Vorarbeiten überwachen sollen. Der Bau des Staubeckens hat inzwischen noch an Bedeutung gewonnen und ist als Schutz gegen Überschwemmungen gedacht. Bekanntlich sind durch die vorjährige Hochwasserkatastrophe in Südpolen zahlreiche, am Unterlauf des Dunajec gelegene Ortschaften vernichtet und das große staatliche Stickstoffwerk in Moscice bei Tarnow schwer bedroht worden. Infolge der besonderen Bodenbeschaffenheit muß ein großer Tunnel gebaut werden, der eine Länge von 300 m haben wird. *Dr. P.*

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]). — Die Erzeugung hat im Dezember 1934 die des November um 24,4 (1,5 %) und die des entsprechenden Monats von 1933 um 193,7 Mill kWh (13 %) übertroffen. Arbeitstäglich betrugen diese Zunahmen 3,8 und 8,1 Mill kWh (6 bzw. 13 %). Insgesamt wurden von den erfaßten 122 vorwiegend öffentlichen

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933
I.	1425,2	1264,9	54,8	48,6	501,0	421,1	19,3	16,2	3,97	3,39
II.	1285,3	1086,2	53,6	45,3	474,4	385,7	19,8	16,1	4,09	3,36
III.	1387,1	1145,1	51,4	42,4	509,4	408,0	19,6	15,1	4,04	3,16
IV.	1249,4	1043,5	52,1	45,4	498,7	397,0	20,8	17,3	4,27	3,63
V.	1211,8	1097,6	50,5	42,2	508,8	423,5	21,2	16,3	4,32	3,42
VI.	1244,5	1031,1	47,9	41,2	538,0	421,7	20,7	16,9	4,20	3,54
VII.	1307,3	1049,5	50,3	40,4	536,0	437,9	20,6	16,8	4,21	3,52
VIII.	1399,0	1196,9	51,8	44,3	552,9	461,1	20,5	17,1	4,18	3,58
IX.	1410,2	1165,0	56,4	44,8	549,3	460,5	22,0	17,7	4,45	3,70
X.	1585,5	1300,5	58,7	50,0	579,8	478,3	21,5	18,4	4,36	3,83
XI.	1641,1	1355,9	65,6	56,5	586,2	487,3	23,4	20,3	4,70	4,22
XII.	1665,5	1471,8	69,4	61,3	.	501,0	.	20,9	.	4,33

[1]) Vgl. ETZ 1934, S. 329.

Digitized by Google

Werken im Jahr 1934 nach Angabe des Statistischen Reichsamts 16,8 Mrd kWh erzeugt, d. s. 2,6 Mrd kWh (18 %) mehr als 1933 (14,2 Mrd kWh), jedoch noch 0,1 Mrd weniger als 1929 (16,9 Mrd kWh). Auf seiten des Verbrauchs ergibt sich für den November gegen den Vormonat eine Steigerung um 6,4 (1 %) bzw. je Arbeitstag um 1,9 Mill kWh (9 %) und im Vergleich mit dem November 1933 um 98,9 (20 %) bzw. arbeitstäglich um 3,1 Mill kWh (15 %). *fm.*

AUS LETZTER ZEIT.

Gesetzliche Verpflichtung zur Rundfunkentstörung. — Die Arbeiten der Reichspost an dem kommenden Rundfunkentstörungs-Gesetz stehen vor dem Abschluß. Das Rundfunkentstörungs-Gesetz wird nur einige große Gesichtspunkte regeln. Die ganze Regelung wird getragen von dem nationalsozialistischen Gemeinschaftsgeist und von dem Gedanken, daß Rundfunkempfang Gemeinschaftserlebnis ist. Oberster Leitsatz des neuen Entstörungsrechts muß daher sein, daß es soziale Pflicht gegenüber der Allgemeinheit ist, Rundfunkstörungen zu unterlassen. Den Entstörungsleitsätzen des VDE wird ausdrücklich maßgebende Bedeutung beigelegt werden. Die Entstörungsarbeit selbst kann nur in Hände gelegt werden, die technisch hierzu berufen sind, das sind die Rundfunkentstörungs-Stellen der Reichspost.

Neues Industriekraftwerk. — Das Werk Leverkusen der I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft erweitert aus Gründen der Betriebsnotwendigkeit und der Wirtschaftlichkeit seine Kraftanlagen und errichtet ein neues Kraftwerk, das bereits gegen Ende 1935 in Betrieb genommen werden soll. Die Anlage ist ein Gegendruck-Kraftwerk mit Löfflerkessel von einer maximalen stündlichen Leistung von 120 t Dampf bei 130 atü. Die voraussichtlichen Kosten liegen um rd. 4 Mill RM.

Gartensiedlung Manzell. — Die von Angestellten und Arbeitern der Firma Dornier-Metallbauten errichteten Siedlung Manzell wird weitestgehend elektrisiert. Ortsnetz und Hausanschlüsse werden unter Leistung eines verlorenen Baukostenzuschusses von 6500 RM seitens der Siedler verkabelt. Insgesamt sind 68 Einfamilienhäuser und 2 Zweifamilienhäuser in 4 Bautypen vorgesehen. Der erste Bauabschnitt mit 23 Einfamilienhäusern und 1 Zweifamilienhaus ist im Rohbau fertiggestellt und soll bis März dieses Jahres bezogen werden. Zum Anschluß kommen in der Hauptsache elektrische Siedlungsherde mit 2 und 3 Platten und Backrohr sowie Heißwasserspeicher 30, 50 und 80 l. Die Siedlung Manzell stellt die erste vollelektrische Siedlung in Württemberg dar.

Datsch-Lehrmitteldienst, Berlin — Die Gesellschaft beschloß kürzlich ihre Wiedervereinigung mit dem Deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen (Datsch) E. V. Zu diesem Zwecke soll die Datsch-Lehrmitteldienst G. m. b. H liquidiert werden. Ihre bisherige Gemeinschaftsarbeit zur Schaffung von Lehrmitteln, von denen zahlreiche ihre Eignung für die praktische Ausbildung des technischen Nachwuchses in Industrie und Handwerk sowie für den Unterricht an berufs- und allgemein bildenden Schulen erwiesen haben, wird im Rahmen der „Technischen Abteilung des Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen (Datsch) E. V.", Berlin, fortgesetzt, während Vertrieb und Verlag der Lehrmittel auf den Verlag B. G. Teubner, Leipzig, übergehen.

Elektrische Heizung eines Gasbehälters. — Zwischen dem feststehenden Teil eines Gasbehälters und der beweglichen Glocke befindet sich bekanntlich ein mit Wasser gefüllter Tauchverschluß zur Abdichtung. Um das Wasser dieses Tauchverschlusses im Winter vor dem Einfrieren zu bewahren, hat das Gaswerk Landeshut in Schlesien durch die Siemens-Schuckertwerke 75 m Hochleistungsheizkabel in das Abschlußwasser verlegen lassen. Der Gasbehälter kann dadurch jetzt auch bei niedrigen Temperaturen das Rohrnetz einwandfrei mit Gas versorgen.

Funkanlagen für die Luftfahrt in England. — Im laufenden Jahr soll in England ein Netz von Funkstationen für den inländischen Flugverkehr eingerichtet werden[1]), das dem Peildienst und dem Austausch von Nachrichten mit den Flugzeugen und zwischen den Flughäfen dient. Drei Stationen, Hull, Portsmouth und Belfast sind schon im vergangenen Jahr in Betrieb genommen worden, sechs weitere sind im Bau. Die Ausrüstungen für diese sind fahrbar eingerichtet; die Anlage von festen Stationen mit höheren Leistungen ist in Aussicht genommen, die erste im Flughafen von Heston.

[1]) Electrician Bd. 114, S. 189 (1935).

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 135 02.

Einladung

zur ordentlichen Versammlung des Elektrotechnischen Vereins e. V. am Dienstag, dem 26. II. 1935, um 20 h pünktlich, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, EB Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Bericht der Rechnungsprüfer.
3. Genehmigung der Urkunde der „Stiftung des Elektrotechnischen Vereins e. V. zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der deutschen Elektrotechnik".
4. Beschluß über die Höhe der Stiftung.
5. Umbildung des Elektrotechnischen Vereins e. V. in einen Gau des Verbandes Deutscher Elektrotechniker e. V. — Genehmigung der Satzung des Gaues.
6. Wahl eines Vorsitzenden für den Gau „Verband Deutscher Elektrotechniker, Gau Berlin-Brandenburg e. V., vormals Elektrotechnischer Verein e. V.".
7. Beauftragung des jetzigen Vorstandes, die zur Durchführung der Stiftung erforderlichen Maßnahmen zu treffen und die Eintragung der Satzung des Gaues herbeizuführen.
8. Übergabe der Geschäftsführung an den Vorsitzenden des „Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Gau Berlin-Brandenburg e. V., vormals Elektrotechnischer Verein e. V.".
9. Vortrag des Herrn Oberingenieurs Flad über das Thema: „Rückschlüsse aus der Übertragungstechnik auf den Aufbau der neuzeitlichen Fernsprecheinrichtungen."

Inhaltsangabe:

1. Maße für die Güte der Sprachübertragung.
2. Energieverteilung und Wirkungsgrad.
3. Einflüsse auf die Verständlichkeit:
   a) Breite und Form des übertragenen Frequenzbandes, nichtlineare Verzerrung;
   b) Geräusche auf der Leitung und Raumgeräusche;
   c) Lautstärke;
   d) Anpassung und Schaltung;
   e) Leitungen und Ämter.
4. Mikrophone.
5. Telephone.
6. Handapparate.
7. Meßmethoden und CCI-Empfehlungen.
8. Lautsprecherstationen.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn der Vorsitzende sich vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftsstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich.

Ohne Karten kein Zutritt! Garderobe frei.

Bei der Bedeutung der Tagesordnung wird um zahlreiches Erscheinen gebeten.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Besichtigung.

Am Freitag, dem 1. III. 1935, 3 h nachmittags pünktlich, findet eine **Besichtigung des Hoch-**

Digitized by Google

spannungslaboratoriums des Transformatorenwerks der AEG in Oberschöneweide statt.

Treffpunkt: Vor der Fabrik- Wilhelminenhofstraße 83/85.

Die Zahl der Besucher ist auf 30 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, II) erhältlich sind.

Pünktliches Erscheinen geboten.

Die Karte ist nur für den Inhaber gültig.

Ohne Karten kein Zutritt!

Preisausschreiben!

Das Kuratorium der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung, Berlin, dem auch ein Vertreter des Elektrotechnischen Vereins angehört, hat aus den eingereichten Preisaufgaben zur Lösung wirtschaftlicher, wissenschaftlicher oder technischer Fragen folgende ausgewählt:

I. Preisaufgabe:

Ferromagnetismus.

Es ist bisher weitgehend unbekannt, weshalb einige Elemente und Legierungen ferromagnetisch sind und die übrigen nicht. Es sind Überlegungen und Versuche anzustellen, welche ein tieferes Verständnis der für den Ferromagnetismus erforderlichen Bedingungen anbahnen. Besondere Berücksichtigung verdienen dabei die Legierungen aus nicht ferromagnetischen Komponenten sowie der Einfluß der thermischen Vorbehandlung bei solchen Legierungen.

Als Preis für die beste Lösung dieser Aufgabe wird ein Betrag von **2000 RM** ausgesetzt.

II. Preisaufgabe:

Kritische Zusammenstellung und Beurteilung der Schutzmaßnahmen zur Abdämmung der Verkehrserschütterungen, die von der Straße auf Gebäude übertragen werden.

Es ist eine kritische Zusammenstellung der Maßnahmen zu geben, die bisher für die Fernhaltung der Verkehrserschütterungen von Gebäuden in Betracht gezogen worden sind. Diese Zusammenstellung muß in übersichtlicher Gliederung sämtliche bisher in Betracht gezogenen Maßnahmen, die in der Weltliteratur und in Patenten angegeben sind, enthalten. Dabei ist insbesondere festzustellen, welche dieser Maßnahmen zur Ausführung gelangt sind, und in tabellarischer Übersicht genau Ort und Zeit der Ausführung anzugeben. Ferner ist ein kritischer Überblick über die Messungen zu geben, die bisher zur Untersuchung der Schutzmaßnahmen durchgeführt worden sind. Durch eigene Messungen des Bewerbers an wenigstens zwei verschieden ausgeführten Schutzvorrichtungen ist die Schutzwirkung meßtechnisch zu belegen, und zwar parallel mit einem Erschütterungsmesser (Seismographen) und einem direkt schreibenden Beschleunigungsmesser. Es müssen wenigstens drei Meßstellen vorhanden sein, von denen die eine diesseits der Schutzvorrichtung nach der Straße zu, die beiden anderen jenseits der Schutzvorrichtung liegen. Ferner müssen die zu vergleichenden Meßstellen in einer senkrecht zur Straße liegenden Richtung angeordnet sein.

Als Preis für die beste Lösung dieser Aufgabe wird ein Betrag von **2500 RM** ausgesetzt.

III. Preisaufgabe:

Getriebetechnik.

Steigerung der Leistung und Wirtschaftlichkeit bei Maschinen und Geräten durch getriebetechnische Maßnahmen.

In der Technik sind die Konstruktion und die Herstellung gleichförmig übersetzender Getriebe (z. B. Zahnradgetriebe, Schneckengetriebe u. dgl.) sehr vervollkommnet worden und werden auf allen Gebieten des Baues von Maschinen und Geräten allgemein als leicht zu berechnende oder als fertig gelieferte Maschinenelemente angewendet.

Dagegen bietet die Anwendung periodisch übersetzender Getriebe, zu denen z. B. Kurvengebtriebe, Koppelgetriebe, Schaltgetriebe gehören, noch sehr weitgehende Möglichkeiten praktischer Vervollkommnung, und zwar vor allem in der Richtung, daß mit den Mitteln der wissenschaftlichen Getriebelehre die Gestalt und die Abmessungen der einzelnen Getriebeglieder zahlenmäßig ermittelt und dadurch alle Eigenschaften der Getriebe zur Erfüllung der jeweils gestellten praktischen Anforderung erschöpfend nutzbar gemacht werden. Durch diese Abwendung der wissenschaftlichen Methoden der quantitativen Getriebelehre, die an Stelle oder zur Ergänzung der bisher vorwiegend allein benutzten Konstruktionsmethoden der Erfahrung und des Probierens angewendet werden müssen, kann in verschiedener Hinsicht eine wesentliche Verbesserung der periodisch übersetzenden Getriebe und der mit solchen Getrieben ausgestatteten Maschinen und Geräte erzielt werden. So kann z. B. ein ruhiger Gang der Getriebe und damit eine Verringerung des Gewichts und des Maschinengestells erzielt werden, was eine Herabsetzung des Materialaufwandes, der Fracht und beim Export auch des Zolles herbeiführen kann. Ferner können besonders einfache und daher billiger herzustellende Getriebe verwendet werden, die überdies eine leichtere und wesentlich billigere Feineinstellung ermöglichen als die nach den bisher angewendeten Verfahren konstruierten Getriebe. Auch können die Getriebe mit Hilfe der wissenschaftlichen Getriebelehre derart ermittelt werden, daß die dem Verschleiß ausgesetzten Teile eine möglichst geringe Abnutzung erfahren, genormt und daher leicht und billig ausgewechselt werden können. Damit sind einige Vorteile genannt, die bei der Konstruktion und der Anwendung periodisch übersetzender Getriebe durch die Benutzung der wissenschaftlichen Methoden der Getriebelehre erzielt werden können.

Entsprechend dem heutigen Stande der wissenschaftlichen Getriebetechnik ist es erwünscht, auf den verschiedenen Gebieten des Baues von Maschinen und Geräten die periodisch übersetzenden Getriebe derart zu konstruieren und anzuwenden, daß die Leistung der Maschinen gesteigert, die Kosten ihrer Herstellung gesenkt und ihre Betriebssicherheit erhöht wird. In Betracht kommen unter anderem Maschinen folgender Industriezweige:

Werkzeugmaschinen, Papierverarbeitung, Kartonagenindustrie, Verpackindustrie, Schuh- und Lederindustrie, Zigaretten- und Zigarrenindustrie, Druckerei- und Zeitungsbetrieb, Textilindustrie (Spinnen, Weben, Strikken usw.), Lebensmittelindustrie, Streichholzindustrie, selbsttätige Industrie, chemische Industrie usw. — Dazu kommen Apparate und Instrumente, soweit sie periodisch übersetzende Getriebe aufweisen.

Es ist eine Abhandlung einzureichen, in der vom technischen und vom wirtschaftlichen Standpunkte aus möglichst umfassend und ausführlich dargelegt wird, welche Bedeutung die Durchbildung der periodisch übersetzenden Getriebe mit den Möglichkeiten der wissenschaftlichen Getriebetechnik auf den verschiedenen Gebieten der Anwendung dieser Getriebe hat, welche der etwa bisher bestehenden Mängel (z. B. zu hohe Herstellungskosten der Maschine, zu geringe Leistung, unruhiger Gang, Neigung zu Betriebstörungen, Abnutzung an schwer zu ersetzenden oder teuren Getriebeteilen usw.) durch getriebetechnische Maßnahmen behoben oder gemildert werden können. An Beispielen soll gezeigt werden, wo die Mitarbeit des wissenschaftlich geschulten Getriebefachmanns ansetzen kann und welche Aussichten auf einen wirtschaftlichen Erfolg seiner Arbeit bestehen. Ferner soll erörtert werden, welchen Einfluß getriebetechnische Verbesserungen der genannten Art auf die Ausfuhr der verschiedenen beteiligten Industriezweige haben, und zwar sowohl hinsichtlich der Ausfuhr von Maschinen u. dgl. wie von Fertigwaren, die in Deutschland mit Hilfe von getriebetechnisch verbesserten Maschinen hergestellt werden. Im Anschluß hieran sollen die entsprechenden Verhältnisse im Auslande, soweit es als Bezieher der deutschen Maschinen und anderer Erzeugnisse oder als Wettbewerb für unsere Industrie in Betracht kommt, untersucht werden. Dabei soll erörtert werden, in welcher Hinsicht hierbei eine Steigerung der Ausfuhr unserer Industrie möglich erscheint und ob eine solche Steigerung wesentlichen oder nur unerheblichen Umfang anzunehmen verspricht.

Als Preis für die beste Lösung dieser Aufgabe wird ein Betrag von **1000 RM** ausgesetzt.

Als Bewerber um die ausgesetzten Preisaufgaben dürfen nur Deutsche auftreten.

Die Lösungen dieser Preisaufgaben müssen in deutscher Sprache abgefaßt bis spätestens 1. XII. 1935 an das Kuratorium der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung in Berlin O 27, Schicklerstr. 5 II, eingesandt sein.

Erwünscht ist die Einsendung unter einem Kennwort. In solchem Falle ist die genaue Anschrift des Einsenders in einem geschlossenen Briefumschlage mit gleichem Kennwort beizufügen.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Digitized by Google

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)
Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachungen.

Ausschuß für Bergwerksanlagen.

Der Ausschuß für Bergwerksanlagen hat sich entschlossen, nachdem die Bergwerks-Aufsichtsbehörde die Aufstellung besonderer Betriebsvorschriften für Bergwerke unter Tage als erforderlich bezeichnet hatte, die bisher in den Arbeiten VDE 0100, VDE 0101, VDE 0105 und VDE 0800 enthaltenen Bestimmungen für elektrische Anlagen in Bergwerken unter Tage zusammenzufassen und gesonderte Errichtungs- und Betriebsvorschriften für B. u. T.-Anlagen herauszugeben.

Nachstehend wird Entwurf 1 zu

VDE 0119/ . . . . „Vorschriften für den Betrieb elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.)."

veröffentlicht.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 27. April 1935 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Ausschuß für Isolierstoffe.

Der Ausschuß hatte in ETZ 1933, Heft 24, S. 592 einen Entwurf 1 zu

VDE 0315 „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Preßspan"

veröffentlicht.

Zur Berücksichtigung der zu diesem Entwurf eingegangenen Einsprüche wurden nur geringfügige Änderungen an dem seinerzeit veröffentlichten Wortlaut vorgenommen. Es ist jedoch beabsichtigt, im endgültigen Wortlaut die Mindestwerte der Zugfestigkeit in Tafel I und die der Durchschlagspannung in Tafel III wie folgt zu ändern bzw. zu ergänzen:

Tafel I.
Mindestwerte der Zugfestigkeit.

1	2	3	4	5	6	7
Dicke Nennmaß mm	Tafelpreßspan		Edelpreßspan		Rollenpreßspan	
	längs	quer	längs	quer	längs	quer
0,1 ··· 0,5	3,6	1,8	4,5	2,5	4	2
0,6 ··· 1,0	3,0	1,5	4,0	2,0	—	—
1,1 ··· 2	2,6	1,3	3,3	1,7	—	—
2,1 ··· 5	2,0	1,0	2,8	1,4	—	—

Tafel III.
Mindestwerte der Durchschlagspannung.

1	2	3	4	5	6	7	8
Dicke Nennmaß mm	Tafelpreßspan			Edelpreßspan		Rollenpreßspan	
	in Luft Vorb. c)	in Luft Vorb. e) u. c)	in Öl Vorb. d)	in Luft Vorb. c)	in Luft Vorb. e) u. c)	in Luft Vorb. c)	in Luft Vorb. e) u. c)
0,1 ··· 2,0	(wie bisher)						
2,5	22,5	—	—	29	—	—	—
3,0	27	—	—	35	—	—	—
3,5	30	—	—	39	—	—	—
4,0	33	—	—	43	—	—	—
4,5	36	—	—	47	—	—	—
5,0	40	—	—	52	—	—	—

Einsprüche gegen diese geänderten Werte sind in doppelter Ausfertigung bis zum 4. März 1935 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

Ausschuß für Bergwerksanlagen.

Entwurf 1.

VDE 0119/ . . . .

Vorschriften für den Betrieb elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.).

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn. Geltungsbereich.
II. Begriffserklärungen.
§ 2.
III. Allgemeines.
§ 3. Allgemeine Pflichten und Unterweisungen der im elektrischen Betriebe Beschäftigten.
IV. Bedienung.
§ 4.
V. Überwachung und Instandsetzung.
§ 5. Allgemeines.
§ 6. Unfallverhütung und Brandbekämpfung.
§ 7. Maßnahmen zur Herstellung und Sicherstellung des spannungsfreien Zustandes bei Arbeiten an elektrischen Anlagen.
§ 8. Maßnahmen vor der Unterspannungssetzung nach beendeter Arbeit.
§ 9. Arbeiten unter Spannung.
§ 10. Arbeiten in der Nähe von Spannung führenden Teilen.
VI. Sonderbestimmungen für schlagwettergefährdete Grubenräume.
§ 11. Allgemeines.
§ 12. Überwachung und Instandhaltung.
§ 13. Instandsetzung.
Anhang I. Schematische Darstellungen.
II. Warnungsschilder und Warnungstexte.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften gelten vom . . . . . ab[1]).

Geltungsbereich.

b) Diese Vorschriften gelten für den Betrieb der in VDE 0118 „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.)"[2]) behandelten Anlagen. Sie sind auch bei der Errichtung und Veränderung von Anlagen zu beachten, soweit die Anlagen oder einzelne Teile unter Spannung stehen oder ein Übertritt von Spannung auf die im Bau befindlichen Anlageteile nicht ausgeschlossen ist.

II. Begriffserklärungen.

§ 2.

a) Betrieb elektrischer Anlagen umfaßt die Bedienung (Schaltung, Regelung und Säuberung), Überwachung und Instandhaltung sowie Instandsetzung der elektrischen Betriebsmittel.

Als im Betriebe beschäftigt sind die Personen anzusehen, die laufend oder vorübergehend die vorgenannten Arbeiten auszuführen haben.

b) Elektrische Betriebsmittel im Sinne dieser Vorschriften sind Maschinen, Transformatoren, Akkumulatoren, Geräte, Leuchten, Kabel und Leitungen.

c) Anlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V sind solche, deren Betriebsspannung zwischen beliebigen Leitern unter 1000 V bleibt. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

d) Anlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber sind solche, deren Betriebsspannung zwischen beliebigen Leitern 1000 V und darüber beträgt.

e) Fernmeldeanlagen sind Fernsprech- und Signalanlagen.

f) Elektrische Betriebsräume sind Räume, die wesentlich zum Betriebe elektrischer Betriebsmittel dienen und in der Regel nur unterwiesenem Personal zugänglich sind.

g) Abgeschlossene elektrische Betriebsräume sind Räume, die nur zeitweise von unterwiesenem Personal betreten, im übrigen aber unter Verschluß gehalten werden, der nur von beauftragten Personen geöffnet werden darf.

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im . . . . . — Veröffentlicht: ETZ 1935, S. 217 u. . . . — Siehe auch Fußnote 1, Abs. 3 von VDE 0105/1932.

[2]) In Vorbereitung.

Digitized by Google

h) Betriebsstätten sind Räume, die im Gegensatz zu elektrischen Betriebsräumen auch anderen als elektrischen Betriebsarbeiten dienen und auch nichtunterwiesenem Personal regelmäßig zugänglich sind.

i) Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume sind Räume, in denen durch Feuchtigkeit, Wärme, chemische oder andere Einflüsse die dauernde Erhaltung normaler Isolation erschwert wird.

k) Feuer-, explosions- und schlagwettergefährdete Grubenräume sind Räume, die von der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet werden.

III. Allgemeines.

§ 3.

Allgemeine Pflichten und Unterweisungen der im elektrischen Betriebe Beschäftigten.

a) Den im elektrischen Betriebe Beschäftigten sind diese Betriebsvorschriften auszuhändigen und zu erläutern. Die im elektrischen Betriebe Beschäftigten haben den Empfang schriftlich zu bestätigen und sind verpflichtet, die Vorschriften zu befolgen.

Nur vorübergehend im elektrischen Betriebe Beschäftigte müssen mindestens mündlich unterwiesen und zur Vorsicht ermahnt werden.

Bei Unfällen ist nach VDE 0134 „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen" zu verfahren. Die im elektrischen Betriebe dauernd Beschäftigten sind von Zeit zu Zeit im Rettungswesen zu unterweisen und praktisch zu schulen. Bei Bränden ist VDE 0132 „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe" zu befolgen.

b) Werden während des Betriebes Mängel beobachtet, die eine Gefahr für Personen oder für die Anlagen zur Folge haben können, so sind von den im elektrischen Betriebe Beschäftigten geeignete Maßnahmen zu treffen, um die Gefahr zu beseitigen oder einzuschränken. Dem Vorgesetzten ist so schnell als möglich Anzeige zu erstatten.

c) Die Aufbewahrung von Kleidungsstücken, Werkzeugen, Bauteilen, Ölgefäßen u. dgl. in gefahrbringender Nähe von Spannung führenden, gegen Berührung nicht geschützten elektrischen Anlageteilen, z. B. in Schaltanlagen, ist verboten.

d) Die Stellen der Anlage, an denen Ausbesserungsarbeiten vorgenommen oder Vorrichtungen für die Erdung und Kurzschließung angebracht werden sollen, sind von leicht entzündlichen Gegenständen freizuhalten.

e) Die Akkumulatorenwärter sind auf die Gefahren von Säure und Bleisalzen aufmerksam zu machen und zur Reinlichkeit besonders anzuhalten. Für ausreichende Wascheinrichtungen und Waschmittel ist zu sorgen. Essen, Trinken und Rauchen ist in den Akkumulatorenräumen verboten.

f) Das Betreten von elektrischen und von abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen sowie von Prüfständen durch Unbefugte ist verboten.

IV. Bedienung.

§ 4.

a) Elektrische Anlagen dürfen nur durch unterwiesene und damit beauftragte Personen bedient werden.

Die erlassenen Anweisungen sind genau zu befolgen.

Bei der Bedienung von elektrischen Betriebsmitteln muß sich jede Berührung auf die für die Bedienung bestimmten Teile beschränken; jede unnötige Berührung von ungeschützten Teilen elektrischer Betriebsmittel ist verboten.

Die Bedienungsleute dürfen selbständig keinerlei Eingriffe an den elektrischen Anlagen vornehmen.

Mit beschädigten Betriebsmitteln und mit Leitungen, deren Isolierung beschädigt ist, darf nicht gearbeitet werden [Ausnahme siehe § 12 f)].

b) Die elektrischen Betriebsmittel müssen sauber gehalten werden. Insbesondere müssen sie von dicken Staubschichten und Haufwerk freigehalten werden.

Leicht entzündliche Gegenstände dürfen nicht in gefahrbringender Nähe von elektrischen Maschinen mit offenen Schleifringen oder Kommutatoren sowie von Geräten mit offenen Kontaktstellen und von ungeschützt verlegten, Spannung führenden Leitungen gelagert werden.

Der Raum hinter den Schalt- und Verteilungsanlagen darf nicht zum Aufbewahren irgendwelcher Gegenstände benutzt werden.

Die Zugänge zu Maschinen, Schalt- und Verteilungsanlagen sowie die Bedienungsgänge sind freizuhalten, damit die ordnungsmäßige Bedienung nicht behindert wird.

c) Schalt-, Anlaß- und Steuergeräte müssen ohne Anwendung von Gewalt betätigt werden.

Schalter und Trennschalter müssen stets schnell und vollständig ein- oder ausgeschaltet werden.

Nach selbsttätigem Auslösen von Überstromschaltern ist Vorsicht geboten.

Bei erkanntem Kurzschluß darf nur nach Abtrennung des gestörten Anlageteiles eingeschaltet werden.

Wenn zur Betätigung elektrischer Geräte besonders abnehmbare Hilfsmittel benutzt werden, so muß dafür gesorgt werden, daß sie nicht in die Hände Unbefugter gelangen.

d) Wenn ein Motor beim Einschalten nicht anläuft, so ist ein wiederholtes Einschalten zu unterlassen und die Aufsicht sofort zu benachrichtigen.

e) Ölgefüllten Transformatoren, Schalt-, Anlaß- und Steuergeräten darf außer für Untersuchungen kein Öl entnommen werden.

f) Die Verwendung geflickter oder überbrückter Sicherungen ist verboten.

Gleichartige Schmelzeinsätze entsprechender Stromstärke sind stets erreichbar und in genügender Anzahl vorrätig zu halten.

Sicherungen größerer Stromstärke oder anderer Wirkungsweise dürfen nur mit Zustimmung des für den elektrischen Betrieb Verantwortlichen eingesetzt werden.

Schmelzsicherungen dürfen, wenn sie nicht so gebaut oder angeordnet sind, daß man sie ohne weiteres gefahrlos handhaben kann, nur unter Anwendung geeigneter Schutzmittel [siehe § 6 a)] oder Schutzmaßnahmen bedient werden.

g) In Räumen, in denen Akkumulatoren geladen werden, dürfen während und kurz nach der Ladung offene Flammen oder glühende Körper nicht vorhanden sein. Das An- und Abklemmen von Kleinakkumulatoren ist während dieser Zeit nicht gestattet.

h) Bei jeder Unregelmäßigkeit an einem elektrischen Betriebsmittel, z. B. beim Auftreten von Erdschluß sowie Lichtbogen, Funken, Rauch, Brandgeruch oder ungewöhnlicher Erwärmung, bei Fühlbarwerden von Strom (Elektrisieren) an nicht zur Stromführung bestimmten Teilen, bei zu niedrigem Ölstand in Ölgeräten, muß abgeschaltet werden.

Außerdem müssen derartige Vorkommnisse sofort gemeldet werden.

i) Unbefugte sind den elektrischen Betriebsräumen fernzuhalten.

V. Überwachung und Instandhaltung.

§ 5.

Allgemeines.

a) Die elektrischen Anlagen sind durch elektrotechnisch ausreichend vorgebildete Personen zu überwachen und VDE 0118 entsprechend in ordnungsgemäßem Zustande zu erhalten. Mängel sind in angemessener Frist abzustellen; bei Mißständen, die das Leben oder die Gesundheit von Personen gefährden oder eine unmittelbare Brand- oder Explosionsgefahr bilden, müssen unverzüglich Maßnahmen zur Beseitigung der Gefahr getroffen werden.

Die Erhaltung in ordnungsgemäßem Zustande bedingt im allgemeinen nicht, daß bestehende Anlagen, die nach der zur Zeit ihrer Erstellung gültig gewesenen Fassung von VDE 0118 ausgeführt waren, später in Kraft getretenen Fassungen von VDE 0118 jeweils angepaßt werden müssen. Solche nachträglichen Anpassungen sind nur insoweit erforderlich, als die Belassung des bisherigen Zustandes einen Mißstand, der das Leben oder die Gesundheit von Personen gefährdet, oder eine unmittelbare Brand- oder Explosionsgefahr bedeutet.

Änderungen und Instandsetzungen in vorhandenen Anlagen müssen jedoch, soweit es die technischen und betrieblichen Verhältnisse gestatten, der jeweils geltenden Fassung von VDE 0118 gemäß ausgeführt werden.

b) Elektrische Betriebsmittel müssen in ordnungsgemäßem Zustand erhalten und in angemessenen Zwischenräumen gereinigt werden. Besonders ist auf die Einrichtungen zu achten, die der Sicherheit von Personen oder der Anlage dienen.

c) Schutzvorrichtungen und Schutzmittel jeder Art müssen in brauchbarem Zustand erhalten werden.

d) Schutzeinrichtungen, wie z. B. Erdung, Schutzschaltung, Temperaturbegrenzung, Relais und Verriegelungen, müssen sich in einwandfreiem Zustand befinden.

e) Temperaturbegrenzer und Überstrom-Schutzeinrichtungen müssen richtig eingestellt sein.

f) Die elektrischen Betriebsmittel sind öfter auf unzulässige Erwärmung zu untersuchen. Unzulässig warme Anlageteile sind sofort aus dem Betrieb zu ziehen.

Digitized by Google

g) Selbsttätige Schalter und Verriegelungen dürfen nicht unwirksam gemacht werden.

h) Die zum Schutze gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Staub bestimmten Dichtungen, z. B. an Steckvorrichtungen, Abzweigdosen, Klemmenkasten, Leuchten, müssen in gutem Zustand gehalten und rechtzeitig erneuert werden. Passende Dichtungen von geeigneter Beschaffenheit sind vorrätig zu halten.

i) Die Schlüssel zu abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen sind von den dazu Berufenen in Verwahrung zu halten.

k) Reinigungs- und Wartungsarbeiten an unter Spannung stehenden Teilen oder in deren Nähe sind nur gestattet, wenn aus Betriebsrücksichten das Abschalten nicht möglich ist. Diese Arbeiten dürfen nur durch damit beauftragte und mit den Arbeiten und Gefahren vertraute Personen oder unter deren Aufsicht durch Hilfsarbeiter ausgeführt werden, falls erforderlich unter Verwendung der vorgeschriebenen Schutzmittel [siehe § 6 a)] und unter Berücksichtigung der Bestimmungen in §§ 9 und 10.

l) Nicht betriebsfähige oder überbrückte Schalter und Schalter vor nicht betriebsfähigen Anlageteilen sind durch Warnungsschilder als solche zu kennzeichnen oder schaltunfähig zu machen.

Fernbetätigte Schalter sind in solchen Fällen sowohl durch zuverlässig angebrachte Warnungsschilder zu kennzeichnen als auch schaltunfähig zu machen (Verriegelung der Schalter, Entfernung der Sicherungen im Betätigungsstromkreis oder dgl.).

m) Anschläge, wie Warnungsschilder, Betriebsvorschriften, schematische Darstellungen usw., müssen lesbar und an leicht sichtbarer Stelle angebracht sowie in gutem Zustand erhalten werden.

Nicht mehr zutreffende Warnungsschilder und Aufschriften sind abzuändern oder zu entfernen.

§ 6.
Unfallverhütung und Brandbekämpfung.

a) Die für die Bedienung der Anlagen sowie für Arbeiten in ihnen erforderlichen Schutzvorrichtungen, Schutzmittel und Warnungsschilder sind bereit zu halten.

Als Schutzmittel gelten gegen die vorhandene Spannung isolierende, einen sicheren Stand bietende Unterlagen, ferner Erdungsvorrichtungen, Abdeckungen, Schaltstangen, Schaltzangen und ähnliche Mittel.

Gummihandschuhe und Gummischuhe sind als Schutzmittel verboten.

b) Schaltstangen und Schaltzangen dürfen keine Erdungsvorrichtungen haben.

c) Zum Löschen von Ölbränden sind geeignete Löschmittel, z. B. Sand, Gesteinstaub oder Schaumlöscher, an zugänglicher Stelle bereitzuhalten.

d) Feuerlöscher sind dauernd in gebrauchsfähigem Zustand zu erhalten. Zum Gebrauch in Anlagen unter Spannung bestimmte Feuerlöscher müssen entsprechend ihrer Verwendbarkeit gekennzeichnet sein.

e) In elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen muß ein Schaltplan der Anlage vorhanden sein. Wesentliche Änderungen und Erweiterungen der Anlage müssen in dem Schaltplan nachgetragen werden. Außerdem ist VDE 0134 auszulegen oder lesbar anzuschlagen.

f) In ständig besetzten elektrischen Betriebsräumen sind diese Betriebsvorschriften und VDE 0132 auszulegen oder lesbar anzuschlagen. Für einzelne Teilbetriebe genügen Auszüge aus diesen Betriebsvorschriften.

g) In elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen müssen bei Spannungen über 250 V gegen Erde Schilder und Aufschriften an geeigneter Stelle, besonders an den Zugängen, angebracht sein, die vor unnötiger Berührung von Teilen der elektrischen Anlage warnen.

In Betriebsstätten sind Schilder oder Aufschriften nur bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber erforderlich, bei Betriebsspannungen unter 1000 V nur an gefährlichen Stellen. Blitzpfeile sind nach DIN VDE 6 auszuführen. In Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde ist die Verwendung von Blitzpfeilen nur an Stellen mit erhöhter Gefahr gestattet.

Die Warnungsschilder sind nach den im Anhang, Teil II, gegebenen Richtlinien für Warnungsschilder und -texte auszuführen. In einer Anlage sind für gleichartige Einrichtungen die gleichen Warnungsschilder und -texte zu verwenden.

h) Warnungsschilder dürfen nicht an Teile gehängt werden, die zur Stromführung dienen.

§ 7.
Maßnahmen zur Herstellung und Sicherstellung des spannungsfreien Zustandes bei Arbeiten an elektrischen Anlagen.

a) Arbeiten unter Spannung sind mit Ausnahme der in § 9 angeführten Fälle verboten.

b) Mit den Arbeiten an elektrischen Anlagen darf nicht früher begonnen werden, als abgeschaltet und der spannungsfreie Zustand festgestellt ist. Hat der Arbeitende nicht selbst abgeschaltet oder sind mehrere Personen an den Arbeiten beteiligt, so muß die mündliche oder schriftliche oder telefonische Bestätigung der Abschaltung abgewartet werden. Diese Bestätigung hat unter gegenseitiger Angabe der abgeschalteten Teile sowie des Namens und der Dienststellung der für die Abschaltung verantwortlichen Personen zu erfolgen. Andere Nachrichtenmittel für die Bestätigung der Abschaltung sind nur zulässig, wenn besondere Maßnahmen getroffen sind, die ein Mißverständnis ausschließen.

Die Vereinbarung eines Zeitpunktes, zu dem die Anlage spannungsfrei gemacht werden soll, genügt nicht.

c) Zur Verhinderung einer Spannungszuführung zur Arbeitsstelle während der Arbeiten sind — besonders bei fernbetätigten Schaltern oder Trennschaltern — nach Möglichkeit Maßnahmen zu treffen (Verriegelung von Schaltern, Entfernung von Schmelzsicherungen in Betätigungsstromkreisen oder dgl.).

Bei Schaltern, Trennstücken oder dgl., mit denen ein Anlageteil spannungsfrei gemacht ist, muß für die Dauer der Arbeiten ein Schild zuverlässig angebracht sein mit dem Hinweis, daß an dem zugehörenden Teil der Anlage gearbeitet wird und nicht geschaltet werden darf.

Werden Schmelzsicherungen zur Abtrennung benutzt, so müssen die Schmelzeinsätze herausgenommen und sicher verwahrt werden. In solchen Fällen kann bei Spannungen bis 250 V gegen Erde von der Anbringung eines Schildes abgesehen werden.

Dem zuständigen Bedienungspersonal ist von der Vornahme der Arbeiten Kenntnis zu geben.

d) Sind die Abschaltung und der spannungsfreie Zustand des Teiles der Anlage, an dem gearbeitet werden soll, und der in unmittelbarer Nähe der Arbeitsstelle befindlichen Teile nicht durch Augenschein erkennbar, so muß vor Inangriffnahme der Arbeiten der spannungsfreie Zustand auf andere Weise festgestellt werden [siehe e)].

Bei fernbetätigten Trennschaltern muß die erfolgte Abschaltung durch Besichtigung der Trennschalter selbst festgestellt werden.

e) Das Prüfen auf Spannungsfreiheit darf nur mit dafür geeigneten Geräten vorgenommen werden. Vor und nach Gebrauch ist dieses Gerät auf seinen einwandfreien Zustand zu prüfen. In Anlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V darf der spannungsfreie Zustand auch durch Verfolgung der Leitungsführung von der Trennstelle bis zur Arbeitsstelle festgestellt werden.

Besonders ist darauf zu achten, daß der spannungsfreie Zustand nicht immer durch Herausnahme von Schaltern oder dgl. allein sichergestellt ist, da noch Verbindungen durch Meß-, Ring-, Doppelleitungen usw. bestehen können oder eine Rücktransformierung, induktive oder kapazitive Beeinflussung oder dgl. vorhanden sein kann.

Bei Arbeiten an Kabeln und Zubehörteilen, besonders beim Schneiden von Kabeln und Öffnen von Kabelmuffen, müssen sich die Arbeitenden zunächst vergewissern, ob sie das richtige Kabel vor sich haben, und dieses bezeichnen; erst dann dürfen sie unter Anwendung von Schutzmaßnahmen mit der Arbeit beginnen.

f) Zum Schutze gegen Gefährdung durch zufälliges oder versehentliches Wiedereinschalten, gegen Rückspannungen sowie gegen Gefährdung durch Induktions- und Ladespannungen müssen an der Arbeitsstelle die Teile, an denen gearbeitet werden soll, geerdet und kurzgeschlossen werden.

Für den Fall, daß bei der Arbeit die Leitung unterbrochen wird oder die Arbeiten an einer Unterbrechungsstelle (z. B. Trennschalter) vorgenommen werden, müssen an beiden Seiten die Unterbrechungsstellen geerdet und kurzgeschlossen werden.

Das Berühren abgeschalteter Teile vor dieser Erdung und Kurzschließung ist verboten, da durch Induktions- und Ladespannungen oder unbefugtes Wiedereinschalten Gefahr droht.

g) In Anlagen, in denen die Trennstellen aller zur Arbeitsstelle führenden Leitungen sichtbar sind, etwaige Schaltungen nur innerhalb des Raumes, in dem die Arbeitsstelle liegt, vorgenommen werden können und Rückspannungen nicht zu befürchten sind, kann von einer Erdung und Kurzschließung der Arbeitsstelle abgesehen werden, auch wenn die Leitung aufgetrennt wird.

Digitized by Google

h) Erdungen und Kurzschließungen dürfen erst vorgenommen werden, nachdem sich der Arbeitende davon überzeugt hat, daß dieses ohne Gefahr geschehen kann oder, wenn ihm die Abschaltung des betreffenden Teiles von einer verantwortlichen Person gemeldet ist. Vor Beginn der Arbeit ist stets zuerst zu erden und dann kurzzuschließen. Nach Beendigung der Arbeit ist zuerst die Kurzschließung und erst dann die Erdung aufzuheben.

i) In Anlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V darf von einer Erdung und Kurzschließung nur abgesehen werden, wenn der spannungsfreie Zustand durch Herausnahme der Sicherungen oder Trennstücke unbedingt sichergestellt ist. Das Öffnen des Schalters allein genügt nur, wenn das Wiedereinschalten durch Unbefugte verhindert ist.

k) Die Vorrichtungen für die Erdung und Kurzschließung müssen so beschaffen sein, daß sie einen sicheren Kontakt mit den zu erdenden und kurzzuschließenden Teilen gewährleisten. Sie sind so zu bemessen, daß sie den Kurzschlußstrom ohne gefährliche Erwärmung so lange aushalten, bis ein vor der Kurzschlußstelle liegender Schalter ausgelöst hat; ihr Querschnitt muß jedoch mindestens dem Leitwert von 25 mm² Kupfer entsprechen.

§ 8.

Maßnahmen vor Unterspannungssetzung nach beendeter Arbeit.

a) Mit der Einschaltung elektrischer Anlagen, in deren Bereich gearbeitet wurde, darf nicht früher begonnen werden, als die Freigabe zur Wiedereinschaltung durch die dafür verantwortliche Person (oder Personen) unter gegenseitiger Angabe der abgeschalteten Teile, des Namens und der Dienststellung mündlich oder schriftlich oder telefonisch erfolgt ist. Andere Nachrichtenmittel für die Bestätigung der Freigabe sind nur zulässig, wenn besondere Maßnahmen getroffen sind, die ein Mißverständnis ausschließen.

Die Vereinbarung eines Zeitpunktes, zu dem die Anlage wieder eingeschaltet werden darf, genügt nicht.

b) Diese Freigabe darf erst dann erfolgen, wenn die mit der Arbeit betrauten Personen ihre Zustimmung gegeben haben. Hierzu müssen alle Anschlüsse und die Verbindungen der Erdungsleitungen nachgeprüft sowie alle Schutzverkleidungen wieder angebracht sein. Außerdem ist zuerst die Kurzschließung und dann die Erdung zu beseitigen.

§ 9.

Arbeiten unter Spannung.

a) Bei Spannungen über 250 V gegen Erde sind Arbeiten unter Spannung verboten; bei Spannungen bis 250 V gegen Erde dürfen Arbeiten unter Spannung nur in besonderen Ausnahmefällen und nur in Gegenwart einer geeigneten und unterwiesenen Person sowie unter Beachtung entsprechender Vorsichtsmaßnahmen ausgeführt werden.

b) Reinigungsarbeiten an Spannung führenden Betriebsmitteln, deren Abschaltung aus Betriebsrücksichten nicht angängig ist, dürfen nur mit den dazu bestimmten Geräten vorgenommen werden.

c) Alle Arbeiten unter Spannung dürfen nur durch besonders damit beauftragte und mit der Gefahr vertraute Personen ausgeführt werden. Zweckentsprechende Schutzmittel sind bereit zu stellen und zu benutzen; sie sind von dem Benutzer vor Gebrauch sorgfältig nachzusehen. Die Arbeiten dürfen nur mit dicht anschließender Kleidung ausgeführt werden..

§ 10.

Arbeiten in der Nähe von Spannung führenden Teilen.

a) Muß an einer Stelle gearbeitet werden, von der aus Spannung führende Teile mittelbar oder unmittelbar (z. B. durch Werkzeuge) berührt werden können, so ist die Gefahrzone durch Schranken, einschiebbare Wände oder dgl. abzusperren oder, die Spannung führenden Teile sind durch isolierende Abdeckungen (z. B. Gummimatten) der zufälligen Berührung zu entziehen.

b) Der Arbeitende hat stets darauf zu achten, daß er nicht einen Teil seines Körpers oder einen leitenden Gegenstand mit Spannung führenden Teilen in Berührung bringt. Die Arbeiten dürfen nur mit dicht anschließender Kleidung ausgeführt werden. Für einen festen Standort ist zu sorgen.

VI. Sonderbestimmungen für schlagwettergefährdete Grubenräume.

§ 11.

Allgemeines.

a) Außer den nachfolgenden müssen auch die Bestimmungen in §§ 1 ··· 10 befolgt werden.

b) Die mit der Wartung oder Überwachung von elektrischen Anlagen betrauten Personen haben bei ihrer Tätigkeit besondere Aufmerksamkeit darauf zu richten, ob sich die elektrischen Betriebsmittel in solchem Zustand befinden, daß sie zu einer Entzündung von Schlagwettern keinen Anlaß geben können.

§ 12.

Überwachung und Instandhaltung.

a) Werden an Betriebsmitteln Mängel festgestellt, die die Schlagwettersicherheit beeinträchtigen, oder zeigen sich an ihnen außergewöhnliche Erscheinungen, so sind die gefährlichen Teile sofort abzuschalten und erforderlichenfalls aus dem Betrieb zu ziehen. Sie dürfen erst wieder in Betrieb genommen werden, wenn die Mängel sachgemäß beseitigt sind. Eine nur behelfsmäßige Instandsetzung, sei es auch nur für kurze Zeit, ist unzulässig [Ausnahme siehe f)].

b) Die Gehäuse der druckfesten Kapselungen und der Plattenschutzkapselungen müssen vorschriftsmäßig geschlossen, alle Schrauben und Verschraubungen fest angezogen und durch geeignete Mittel gegen Lockern gesichert sein. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Stoßstellen zusammengepaßter Gehäuseteile sowie die Auflageflächen von Deckeln, Türen und Klappen sauber und nicht beschädigt sind sowie richtig sitzen. Die Stoßstellen und Auflageflächen dürfen nur hauchartig eingefettet sein.

Zwischen Stoßstellen und Auflageflächen dürfen — soweit nicht vom Hersteller vorgesehen — keine Dichtungen gelegt werden.

Fehlende Schrauben oder Schraubensicherungen sind sofort durch gleichartige zu ersetzen.

c) Plattenschutzpakete müssen so sitzen, daß sich zwischen ihnen und den Gehäusewandungen keine Spalten von mehr als 0,5 mm Weite befinden.

Die Platten müssen unbeschädigt, ihr Abstand voneinander darf an keiner Stelle größer als 0,5 mm sein. Die Zwischenräume zwischen den Platten dürfen nicht verstopft sein.

Plattenschutzpakete dürfen beim Streichen der Gehäuse nicht mitgestrichen werden, sie sind vor dem Streichen herauszunehmen. Die Sitzflächen der Pakete dürfen auch nicht gestrichen werden.

Plattenschutzpakete müssen in angemessenen Zeiträumen und nach Explosionen in den durch sie geschützten Gehäusen gesäubert werden.

d) Der Ölzustand in ölgekapselten Anlageteilen muß mindestens die vorgeschriebene Höhe haben.

Die Ölstandsanzeigevorrichtung sowie die Ölablaßvorrichtung müssen dicht und unbeschädigt sein. Die Ölstandsanzeigevorrichtung ist so sauber zu halten, daß man den Ölstand ohne weiteres erkennen kann.

Das Öl muß in angemessenen Zeitabständen auf seinen ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden (siehe VDE 0370 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Isolierölen für Transformatoren und Schalter R.E.Ö.").

e) Schaugläser müssen unversehrt sein. Beim Auswechseln von Schaugläsern ist darauf zu achten, daß ein vorschriftsmäßiges Glas eingesetzt wird.

f) Auf die Unversehrtheit der ortsveränderlichen Leitungen, besonders an den Einführungsstellen, ist zu achten.

Ortsveränderliche Leitungen dürfen nicht auf scharfen Kanten oder bewegten Anlageteilen liegen.

Beim Umlegen von ortsveränderlichen Leitungen. (z. B. Abbaubeleuchtung) ist darauf zu achten, daß sie nicht beschädigt werden und, daß sie den erforderlichen Durchhang haben.

Eine behelfsmäßige Ausbesserung von Leitungen ist nur zulässig, wenn sich die beschädigte Leitung nicht sofort aus dem Betrieb ziehen läßt. Für baldige ordnungsgemäße Ausbesserung ist Sorge zu tragen.

g) Beschädigte Schutzgläser der Leuchten müssen sofort durch unversehrte ersetzt werden.

Flackernde oder mangelhaft brennende Glühlampen sind abzuschalten und in ihrer Fassung richtig einzuschrauben.

h) Betriebsmittel, die sich durch den Betrieb erwärmen, wie Maschinen, Transformatoren und Widerstandsgeräte, dürfen nicht von dicken Staubablagerungen oder Haufwerk bedeckt sein.

Maschinen, Transformatoren, Leuchten und Geräte müssen von Wasser freigehalten werden.

Bei Maschinen, Transformatoren und Widerstandsgeräten ist darauf zu achten, daß vorgesehene Abdeckungen vorhanden und unbeschädigt sind.

In angemessenen Zeitabständen sind die Spannung führenden, der Abnutzung oder Lockerung unterliegenden

Digitized by Google

Teile im Inneren von Maschinen, Transformatoren und Geräten nachzuprüfen und erforderlichenfalls in Ordnung zu bringen.

Beim Auswechseln von Kontaktteilen und Leitungen ist darauf zu achten, daß nur richtig bemessene Ersatzteile verwendet werden.

Die Gehäuse ferngesteuerter Maschinen und Geräte dürfen nur geöffnet werden, wenn das Fernschalten durch zuverlässige Maßnahmen verhindert ist.

i) Für die Wartung der Akkumulatorenbatterien von Lokomotiven sind die besonderen Bedienungsvorschriften zu beachten.

k) Sonderschlüssel für Verschraubungen und Verschlüsse dürfen sich nur in Händen der mit der Aufsicht und Wartung betrauten Personen befinden. Sie müssen so aufbewahrt werden, daß sie nicht in die Hände Unbefugter gelangen können.

l) Das Erden und Kurzschließen spannungslos gemachter Teile, das Nachprüfen des Isolationszustandes (z. B. mit Netzspannung oder Kurbelinduktor) sowie die Vornahme elektrischer Messungen und Spannungsprüfungen mit nicht fest eingebauten Geräten sind nur zulässig, wenn die Schlagwetterfreiheit des Ortes festgestellt ist und überwacht wird.

m) Das Arbeiten unter Spannung — auch das Auswechseln von Glühlampen — sowie das Öffnen von Gehäusen nicht abgeschalteter Anlageteile ist verboten.

n) Beim Durchsehen und Prüfen der Anlage muß ausreichende Beleuchtung vorhanden sein.

o) Vor dem Abtun von Schüssen müssen elektrische Betriebsmittel, falls sie durch das Schießen gefährdet werden können, entfernt oder ausreichend geschützt werden.

p) Leistungsschilder, Typenbezeichnungen und das Schlagwetterkennzeichen (Sch) an elektrischen Betriebsmitteln müssen sauber und lesbar gehalten werden.

§ 13.
Instandsetzung.

a) Ausbesserungen dürfen nur von sachkundigen Personen oder unter deren Leitung ausgeführt werden. Dabei darf die ursprüngliche Wirksamkeit des Schlagwetterschutzes nicht herabgesetzt werden.

b) Ausbesserungsarbeiten an elektrischen Betriebsmitteln, die an Ort und Stelle vorgenommen werden müssen, dürfen nur von hierzu befugten Personen ausgeführt werden.

c) Bei Ausbesserungsarbeiten ist für gute Beleuchtung zu sorgen.

d) Beim Auswechseln von Teilen des Schlagwetterschutzes elektrischer Betriebsmittel dürfen nur Ersatzteile der gleichen Güte und Beschaffenheit Verwendung finden.

e) Werden Maschinen, Transformatoren, Leuchten oder Geräte so geändert, daß die in der Bescheinigung der Versuchsstrecke enthaltenen Angaben über den Schlagwetterschutz nicht mehr zutreffen, so sind sie der Versuchsstrecke zwecks Ausstellung eines Nachtrages zu der Bescheinigung erneut zur Prüfung vorzulegen. Handelt es sich um die Instandsetzung von Wicklungen, so ist eine Isolationsprüfung und außerdem die Erwärmungsprüfung vorzunehmen, wie sie für neugelieferte Betriebsmittel in der Werksbescheinigung nachzuweisen ist.

Die geänderten und instandgesetzten Betriebsmittel dürfen erst wieder in Betrieb genommen werden, wenn sie gemäß den vom Preußischen Minister für Wirtschaft und Arbeit mit Erlaß vom 13. April 1934 herausgegebenen „Richtlinien für die Zulassung elektrischer Anlagen in schlagwettergefährdeten Grubenräumen“ durch einen Sachverständigen abgenommen sind.

Anhang.

I. Schematische Darstellungen.

a) Für jeden elektrischen Betrieb muß ein Schaltplan vorhanden sein; er kann aus mehreren Teilen bestehen.

b) Die Schaltpläne müssen enthalten:

Stromarten und Spannungen,
Anzahl, Art und Stromstärke der Stromerzeuger, Transformatoren und Akkumulatoren,
Art der Abschaltung und Sicherung der einzelnen Teile der Anlage,
Angabe der Leitungsquerschnitte,
die notwendigen Angaben über Stromverbraucher.

c) Für die Schaltpläne müssen die in den Normblättern DIN VDE 710 ··· 717 festgelegten Schaltzeichen und Schaltbilder verwendet werden. Für einfachere Darstellungen müssen die Schaltzeichen, für eingehendere die Schaltbilder verwendet werden. Das Muster eines Schaltplanes zeigt das Normblatt DIN VDE ....[3]).

d) In den Schaltplänen müssen die Angaben über die Betriebsmittel soweit eingetragen werden, als sie zur sicherheitstechnischen Beurteilung der einzelnen Teile der Anlage erforderlich sind. Im allgemeinen genügt es, wenn die Schaltpläne bis zu den letzten Verteilungssicherungen durchgeführt und die Querschnitte der einzelnen Abzweigleitungen sowie die Zahl und die Art der an diese angeschlossenen Stromverbraucher angegeben werden; bei Lichtstromkreisen genügt häufig die angenäherte Angabe der Lampenzahl.

e) Mehrpolige Leitungen und Apparate sind im allgemeinen einpolig zu zeichnen; in diesem Falle ist die Leiterzahl durch eine entsprechende Zahl von Querstrichen senkrecht zum Hauptleitungszug kenntlich zu machen.

f) Wenn in den Schaltplänen auf die Eigenart einzelner Räume hinzuweisen ist, genügt die Eintragung der Nummer des für die Räume maßgebenden Paragraphen von VDE 0118; z. B. bedeutet §.. einen „schlagwettergefährdeten Grubenraum“ nach VDE 0118/19...

II. Warnungsschilder und Warnungstexte.

a) Soweit für Blitzpfeile und Warnungstexte besondere Schilder verwendet werden, sind die unter c) in Abb. 1 ··· 6 angegebenen Schildgrößen A ··· F möglichst einzuhalten. Schilder und Schrift müssen haltbar und wetterbeständig sein.

b) Für Warnungstexte gilt als Regel schwarze Schrift auf gelbem oder hellem metallenen Grund. Als Schrift muß Blockschrift mit großen und kleinen Buchstaben ohne Schnörkel benutzt werden, damit sie schon in größerer Entfernung deutlich lesbar ist.

Bei Blechschildern müssen Schrift und Blitzpfeil (nach DIN VDE 6) möglichst erhaben geprägt sein.

c) Warnungsschilder mit Blitzpfeilen sind in Anlagen mit Spannungen über 250 V gegen Erde zu verwenden. In Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde ist der Blitzpfeil nur an Stellen mit erhöhter Gefahr anzubringen.

Beispiele:

Abb. 1. Größe A = etwa 30 × 20 cm.

Schild nach Abb. 1 ist für Stellen bestimmt, an denen täglich viele Menschen verkehren, z. B. im Füllort.

Abb. 2. Größe B = etwa 30 × 20 cm.

Schild nach Abb. 2 ist in Zugängen zu Schalträumen, an Maschinen, Transformatoren usw. anzubringen.

[3]) Eine Zusammenstellung der Normblätter für Bildzeichen, Kennfarben, Schaltzeichen und Schaltbilder ist bei dem Beuth-Verlag G.m.b.H., Berlin SW 19, Dresdener Str. 97, als DIN Taschenbuch 2 herausgegeben und sowohl durch den genannten Verlag als auch durch die Geschäftstelle des VDE erhältlich.

Digitized by Google

Abb. 3. Größe C = etwa 20 × 12 cm.

Schild nach Abb. 3 ist für Schaltstationen und für Stellen geeignet, an denen Prüf- und Ausbesserungsarbeiten vorgenommen werden.

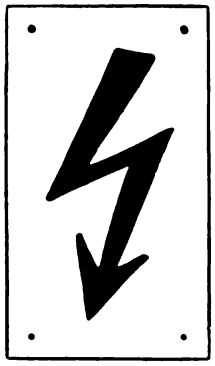


Abb. 4. Größe D = etwa 12 × 20 cm.

Schild nach Abb. 4 dient für Träger, Verkleidungen usw.

Abb. 5. Größe E = etwa 12 × 20 cm.

Abb. 6. Größe F = etwa 20 × 12 cm.

Schilder nach Abb. 5 und 6 sind ausschließlich für Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde bestimmt, falls keine erhöhte Gefahr vorliegt. Sie sollen zur Vorsicht ermahnen.

Andere Warnungsschilder und -texte sind zulässig, wie Texte, die auf eine besondere Gefahr aufmerksam machen, die mit der Vornahme einzelner Arbeiten verbunden ist, z. B. Größe G nach Abb. 7.

Abb. 7. Größe G = etwa 90 × 20 cm.

Deutscher Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz (DA der CIGRE).

8. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE) in Paris.

Vom 6. bis 15. Juni 1935 findet in Paris die 8. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE) statt. Die CIGRE behandelt bekanntlich bei ihren alle zwei Jahre in Paris stattfindenden Tagungen Fragen, die

den Bau und den Betrieb von Zentralen, Unterstationen, Transformatorstationen,

den Bau, die Isolierung und Wartung von Hochspannungsnetzen,

den Betrieb, den Schutz und den Zusammenschluß von Netzen

betreffen.

Bei der 7. Tagung im Jahre 1933, an der Deutschland erstmalig beteiligt war, betrug die Zahl der Kongreßteilnehmer insgesamt etwa 1100 Personen aus 31 verschiedenen Ländern. Als Verhandlungssprachen gelten die in der Technik gebräuchlichen Hauptsprachen.

An den zur Behandlung auf der diesjährigen Tagung der CIGRE vorgesehenen zahlreichen Fachberichten ist der DA der CIGRE mit 22 Berichten beteiligt, deren Themen und Verfasser nachstehend bekanntgegeben werden.

I. Abteilung. Erzeugung und Umformung der Energie.

a) Transformatoren.

1. Dr. Frühauf, Berlin:
Besondere Probleme der Stoßfestigkeit von Transformatoren.

b) Hochspannungsschalter.

2. Dr. Kesselring, Berlin:
Eigenfrequenz und Abschaltvermögen von Hochleistungsschaltern.
3. Obering. Mayr, Berlin:
Fortschritte auf dem Gebiet der Wechselstrom-Leistungschalter.
4. Dr. Krohne, Berlin:
Beitrag zur Frage der Frequenz der wiederkehrenden Spannung bei Kurzschlußabschaltungen.

c) Isolierstoffe.

5. Dr. Kirch, Berlin:
Isolierstoffe unter hoher Gleichspannung unter besonderer Berücksichtigung der Kabel.

d) Messungen und Meßinstrumente.

6. Prof. Keinath, Berlin:
Prüfung der Spannungsfestigkeit von Hochspannungsapparaten durch Messung des Verlustfaktors.
7. Dr. Reiche, Dresden:
Neuere Entwicklung auf dem Gebiet der Hochspannungs-Prüfeinrichtungen.

e) Gleichstrom-Kraftübertragung.

8. Prof. Matthias, Berlin:
Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom.
9. Prof. Marx, Braunschweig:
Der neueste Entwicklungstand der Lichtbogenstromrichter mit strömendem Gas.

II. Abteilung. Aufbau und Isolierung der Leitungen.

a) Isolatoren.

10. Dr. Dennhardt, Berlin:
Ursache und Messung der hochfrequenten Störfähigkeit von Isolatoren.

b) Freileitungen.

11. Prof. Matthias, Berlin:
Berücksichtigung der Rauhreif- und Eislast an Hochspannungsleitungen nach den Forschungsergebnissen und den Bau- und Betriebserfahrungen deutscher Elektrizitätswerke.

III. Abteilung. Betrieb und Schutz der Netze.

a) Zusammenschluß und Stabilität.

12. Dr. Aigner, Berlin:
Grenzzustände der Energieübertragung mit Rücksicht auf die Stabilität.
13. Dipl.-Ing. Fleischer, Berlin:
Frequenzhaltung in großen Netzen und Netzverbänden.
14. Dipl.-Ing. Klöckener, München:
Frequenz- und Leistungsregelung im 100 kV-Netz des Bayernwerks.
15. Dipl.-Ing. Kneller, Mannheim:
Über den Ringschluß großer Netze durch Quertransformatoren.

b) Lastverteilung.

16. Dipl.-Ing. Meiners, Berlin:
Über die schaltungstechnische Aufgabe der Lastverteilerstelle.
17. Dipl.-Ing. Jäger, Berlin:
Fortschritte in der Selbststeuerung von Kraftwerken in Höchstspannungsnetzen.

c) Schutzsysteme.

18. Dipl.-Ing. Neugebauer, Berlin:
Erfahrungen beim Betrieb schnell arbeitender Schutzsysteme für Höchstspannungsnetze.

d) Überspannungen und Blitz.

19. Dr. Grünewald, Berlin:
Bestimmung der Einschlagstellen und der Stromverteilung bei Blitzschlägen in Eisenmaste und Erdseile.
20. Dr. Müller-Hillebrand, Berlin:
Bedeutung des elektrischen Sicherheitsgrades für die Bemessung von Überspannungsableitern.

Digitized by Google

21. Dipl.-Ing. Kühn, Dresden:
Behandlung der Überspannungschutzfrage für Hochspannungsnetze nach den Erkenntnissen und Betriebserfahrungen der letzten Jahre und unter besonderer Berücksichtigung der Fortschritte auf dem Gebiet der Überspannungschutzapparate.

e) Fernmessung und Fernsteuerung.

22. Dr. Schleicher, Berlin:
Die Fernsteuerung und Fernregelung als Lösung einiger technischer Probleme des Verbundbetriebes großer Netze.

Auskünfte über Einzelheiten, insbesondere betreffend die Teilnahme von Interessenten an der 8. Tagung der CIGRE, erteilt die Geschäftstelle des DA der CIGRE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Deutscher Ausschuß der CIGRE.
Der Schriftführer:
Blendermann.

VDE-Vorschriftenbuch.

Die neue 20. Auflage nach dem Stande am 1. Januar 1935 wird am 25. Februar erscheinen. Der Inhalt hat sich gegenüber der vorhergegangenen Auflage insofern stark geändert, als ein Drittel der in ihr enthaltenen Arbeiten entweder neu aufgenommen, inzwischen neu bearbeitet oder geändert wurden. Die mit der 19. Auflage eingeführten Neuerungen in Anordnung und Ausstattung haben sich bewährt, so daß sie beibehalten wurden.

Die Preise sind:
Ganzleinenband mit Daumenregister 16,20 RM,
für VDE-Mitglieder . . . . . 14,60 „ .

Außerdem besteht ein
Umtauschrecht:
Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars nur der 19. Auflage . . . 13,80 RM.

Auch VDE-Mitglieder können das Umtauschrecht in Anspruch nehmen. — Der Umtauschpreis von 13,80 RM wird bei Bestellung mehrerer Exemplare für so viele gewährt, als Exemplare der 19. Auflage zurückgeliefert werden. — Ältere Auflagen als die 19. können nicht umgetauscht werden.

Ein ausführlicher Prospekt wird kostenlos abgegeben.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Betrifft: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Es befinden sich Sicherungen 6 A, 500 V mit dem Verbandszeichen VDE und dem Firmenzeichen HK im Verkehr. Diese Sicherungen tragen das VDE-Zeichen zu Unrecht; vor dem Ankauf und dem Vertrieb solcher Sicherungen mit dem Verbandszeichen wird daher gewarnt.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Dresden. 28. II. (Do), 19 h 45 m, T. H., gr. Hörsaal E. I: „Neue keramische Baustoffe in der Hochfrequenzpraxis" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. W. Soyck.

VDE, Gau Düsseldorf. 21. II. (Do), 20 h, „Gesellschaft Verein": „Der Zukunftsweg des Rundfunks." Dr.-Ing. Haebler.

VDE, Gau Niederrhein, Krefeld. 23. II. (Sb.), 15 h: Besichtigung des Erftwerkes bei Grevenbroich (Aluminiumfabrikation). Vortrag „Die Verwendung von Aluminium in der Elektroindustrie". Dipl.-Ing. Dunker. Anmeldung z. Besicht. m. genauer Anschrift-, Berufs- u. Firmenangabe an Obering. Köllmayr, M.-Gladbach, Viersener Str. 80.

VDE, Gau Nordsachsen, Leipzig. 27. II. (Mi), 20 h, Grassimuseum: „Was sagt die Störungs- u. Unfallstatistik von Schaltanlagen dem Betriebsführer und Projekteur?" (m. Lichtb.). Obering. Sihler.

VDE, Gau Mosel, Trier. 21. II. (Do), 20 h 30 m, Hotel „Zum Franziskaner": „Elektr. Widerstandsöfen in der Industrie." Dr. Nathusius.

Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin. Zwei Metallographische Ferienkurse von Prof. Dr.-Ing. Hanemann im Institut für Metallkunde der T. H., Franklinstr. 29:

I. Systematischer Kursus (10 Tage), 6. III. (Mi) bis 16. III. (Sb), täglich 9 ... 11 h Vortrag, 11 h 15 m bis 15 h 30 m Übungen. Teilnehmerkarten 175,— RM.

II. Die neuesten Fortschritte der Metallkunde (6 Tage); 18. III. (Mo) bis 23. III. (Sb), täglich 9 ... 11 h Vortrag, 11 h 15 m ... 15 h 30 m Übungen. Teilnehmerkarten 100,— RM.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG), Berlin. 28. II. (Do), 17 h 30 m, Hörs. 241 (Hauptgeb.) der T. H.: „Lichterzeugung und Lichtumwandlung durch Leuchtphosphore" (m. Vorführ.). A. Rüttenauer.

LITERATUR.

Besprechungen.

Dampfkessel-Speisepumpen. Bemessung, Ausführung, Antrieb und Regelung. Von Ing. K. Grün. Mit 68 Textabb., X u. 136 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Wien 1934. Preis geh. 7,50 RM.

In dem Schrifttum über Speisepumpen nimmt dieses Buch einen hervorragenden Platz ein. Der Inhalt zeichnet sich sowohl im beschreibenden Teil als auch bei der Behandlung der Antriebe, Regelungen und Schaltungen durch Gründlichkeit und Vollständigkeit aus und entspricht in allen Teilen dem heutigen Stand der Technik. Das Werk gibt weniger eine Anleitung für den Konstrukteur, als eine Unterweisung für den Betriebsingenieur, der beurteilen soll, welche Pumpenart für den gegebenen Fall zu wählen ist, wie die Pumpen miteinander und im Zusammenhang mit den anderen Kraftwerkseinrichtungen zu schalten sind und welche Erscheinungen im Betrieb bei fehlerhaften Anordnungen vorkommen können. Es setzt ihn auch in die Lage, die Berechnungen durchzuführen, die zur Beurteilung der Abmessungen und Leistungen der Speiseeinrichtungen nötig sind. Man kann jedem Kesselingenieur empfehlen, dieses Buch von Anfang bis zu Ende vollständig durchzulesen. A. Zinzen.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften*).

Aus den Geschäftsberichten für 1933 bzw. 1933/34.

Zu I. Sachsenwerk Licht- und Kraft AG.

Anmerkung:

1) In der Generalversammlung vom 18. XII. 1934 wurde beschlossen, den Reservefonds aufzulösen, um den Verlust zu vermindern. Dieser beläuft sich jetzt insgesamt (zuzüglich vorgetragenem Vorjahrsverlust von 493 000 RM) auf 311 600 RM.

Die Beschäftigung im ersten Halbjahr 1933 war noch verhältnismäßig schwach. Erst in der zweiten Jahreshälfte wirkte sich der allgemeine wirtschaftliche Aufschwung in Verbindung mit der bei der Gesellschaft durchgeführten Umstellung des Fabrikationsprogramms in einem lebhafteren Auftragseingang günstig aus. Das Unternehmen erhielt eine große Anzahl von Neuanlagen und Erweiterungen von Schaltanlagen in Bestellung, so daß es auf diesem Gebiet gut beschäftigt war. Die Gesellschaft setzte die Neukonstruktion ihres Hochspannungsmaterials fort. Im Zusammenhang mit der wiederauflebenden Bautätigkeit der Elektrizitätswerke belebte sich auch der Umsatz von Transformatoren. Auf dem Arbeitsgebiet Straßenbahnen wurde die halbselbsttätige Druckknopfsteuerung, System Bockemühl-Sachsenwerk, wesentlich verbessert. Anfang des Jahres 1933 wurden Versuche mit Ein-Richtungszügen der Dresdener Straßenbahn und mit Vielfachsteuerung mehrerer Triebwagen nach dem erwähnten System erfolgreich durchgeführt. Diese Versuche führten zur Patentierung wichtiger Ausführungsarten moderner Straßenbahnsteuerung. Verbesserungen und Neukonstruktionen wurden auf dem Gebiete des Motorenbaues durchgeführt.

In der GV. wurde über den Geschäftsgang mitgeteilt, daß die Aufträge des Sachsenwerks im Jahre 1934 um 70% gestiegen seien. Gleichzeitig sind die Unkosten gefallen. Die Belegschaft konnte erheblich vergrößert werden. Für 1934 ist kein neuer Verlust zu erwarten.

*) Vgl. ETZ 1934, S. 1215.

Digitized by Google

Werte in 1000 RM.

Die fettgedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1933 bzw. 1933/34, die *schräggedruckten* auf das Jahr 1932 bzw. 1932/33.

Name der Gesellschaft	I. Sachsenwerk Licht- und Kraft-AG., Niedersedlitz (Vorjahr: ETZ 1934, S. 179)	II. Süddeutsche Telefon-Apparate-, Kabel- und Drahtwerke AG. (TeKaDe), Nürnberg (Vorjahr: ETZ 1934, S. 408)	III. Siemens-Planiawerke AG. für Kohlefabrikate Berlin (Vorjahr: ETZ 1934, S. 335)	IV. Kabelwerk Rheydt AG. Rheydt (Vorjahr: ETZ 1934, S. 408)
Geschäftsjahr	Jan.-Dez.	Juli-Juni	April-März	Juli-Juni
A. Aktiva.				
I. Anlagevermögen	**11 118** / *11 550*	**998** / *1 099*	**10 950** / *11 997*	**2 985** / *3 220*
II. Beteiligungen	— / —	**5** / *5*	**1 251** / *1 251*	**57** / *46*
III. Umlaufvermögen				
1. Vorräte	**3 193** / *2 987*	**1 072** / *356*	**3 061** / *3 819*	**1 112** / *1 440*
2. Effekten	**64** / *25*	**51** / *117*	**165** / *70*	**80** / *54*
3. Forderungen a) an abhängige u. Konzerngesellschaften	**3 412** / *1 825*	**391** / *246*	**2 630** / *966*	**3 876** / *2 565*
b) an sonstige Schuldner	**3 065** / *2 673*	**915** / *524*	**1 883** / *1 872*	
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguth.	**803** / *1 295*	**1 744** / *2 455*	**2 866** / *1 574*	**2 147** / *2 086*
Summe III	**10 537** / *8 805*	**4 173** / *3 698*	**10 605** / *8 300*	**7 215** / *6 145*
1933 bzw. 1933/34 gegen Vorjahr in %	+19	+10	+27,6	+17
B. Passiva.				
I. Grundkapital	**5 038** / *5 038*	**3 000** / *3 000*	**18 006** / *18 000*	**8 810** / *6 810*
II. Reservefonds	**5041**[1] / *504*	**450** / *450*	**353** / *340*	**1 695** / *1 495*
III. Unterstützungsfonds	**73** / *74*	**73** / *73*	**150** / *100*	— / —
IV. Rückstellungen	**902** / *763*	**873**[2] / *197*	**258** / *181*	— / —
V. Wertberichtigungen	— / —	**206** / *104*	**2 254** / *2 228*	— / —
VI. Verbindlichkeiten				
1. aus Hypotheken, Schuldverschreibungen, langfrist. Darlehen	**12 578** / *12 393*	**1** / *1*	— / —	**877** / *556*
2. gegenüber abhängigen u. Konzerngesellschaften	**300** / *267*	**31** / *22*	**69** / *35*	
3. sonstige	**3 102** / *1 851*	**224** / *714*	**659** / *573*	
Summe VI	**15 980** / *14 611*	**256**[2] / *737*	**728** / *608*	**877** / *556*
1933 bzw. 1933/34 gegen Vorjahr in %	+10,3	—	+19,7	+57,7
Bilanzschlußzahl	**22 497** / *20 888*	**5 193** / *4 803*	**21 742** / *21 630*	**16 266** / *9 426*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	**397** / *456*	**252** / *117*[3]	**1 002** / *744*	**261** / *252*
II. Soziale Abgaben	**362** / *410*	**61** / *35*	**317** / *342*	**92** / *74*
III. Abschreibungen	**1 396** / *895*	**316** / *187*	**1 242** / *1 230*	**472** / *295*
IV. Jahresreingewinn	— / —	**253** / *215*	**978** / *11*	**862** / *555*
V. Dividende	— / —	8% / 7%	5% / —	12% / 8%
VI. Jahresreinverlust	**323** / *493*	— / —	— / —	— / —

Zu II. Süddeutsche Telefon-Apparate-, Kabel- und Drahtwerke AG.

Anmerkungen:

[2]) Wegen Umgruppierung in der Bilanz mit dem Vorjahr nicht vergleichbar.

[3]) Ohne Umsatzsteuer.

Im Berichtsjahre wurde infolge der gesteigerten Beschäftigung in vielen Unterabteilungen zeitweise die Aufnahme des mehrschichtigen Betriebes erforderlich. Die Belegschaft hatte sich am Ende des Geschäftsjahres um 130 % gegenüber dem Stande vom 30. VI. 1933 vermehrt. Der Umsatz hat sich mehr als verdoppelt. Der wertmäßige Auftragsbestand zu Beginn des Berichtsjahres blieb bis zum Ende nicht nur erhalten, sondern wies eine nicht unerhebliche Zunahme auf. Die ersten Monate des neuen Geschäftsjahres (bis Anfang November 1934) rechtfertigen die Hoffnungen auf eine ausreichende Beschäftigung und ein befriedigendes Jahresergebnis. Die Gesellschaft gehört zum Konzern der Felten & Guilleaume Carlswerk AG., Köln-Mülheim.

Zu III. Siemens-Planiawerke AG. für Kohlenfabrikate.

Der wertmäßige Umsatz der Gesellschaft hat sich im Berichtsjahre fast auf derselben Höhe gehalten wie im Vorjahre. Im neuen Geschäftsjahre hat das Auslandsgeschäft des Unternehmens dadurch einen weiteren schweren Schlag erhalten, daß die englische Regierung kurzerhand den Zoll auf Beleuchtungskohlen von rd. 50 % auf rd. 350 % des Wertes erhöht hat. Dadurch ist der auf dem Gebiet der Beleuchtungskohlen für die Gesellschaft bedeutende Markt in England, den sie seit Jahrzehnten beliefert hat, mit einem Schlage verlorengegangen. Die Beteiligungen des Unternehmens bestehen ausschließlich in dem Besitz der Mehrheit der Aktien der italienischen „Societa Italiana dei Forni Elettrici e dell'Elettrocarbonium".

Zu IV. Kabelwerk Rheydt AG.

Die Gesellschaft konnte im abgelaufenen Geschäftsjahr den Umsatz um etwa 50 % erhöhen. Die Belegschaft wurde ab Januar 1933 um 300 Mann vermehrt. Die Beschäftigung wird zur Zeit als befriedigend bezeichnet. Es wird erklärt, daß die Aussichten für das kommende Jahr auch von der Beschaffung und der Versorgung mit Rohstoffen abhängen. *wt.*

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Märkische Elektro-Industrie, G. m. b. H., Schalksmühle i. Westf. (30 000 RM): Fabrikation von elektrotechnischen Bedarfsartikeln sowie Handel mit solchen Gegenständen; Elektro-Schweiß-Industrie G. m. b. H., Düsseldorf (50 000 RM): Herstellung und Handel mit allen zum Elektroschweißen und Elektroschneiden erforderlichen Geräten und Materialien sowie Vornahme von Elektroschweißungen im großen Umfange; E. Willy Scheithauer Kommanditgesellschaft, Ehrenfriedersdorf: Großhandel mit und Herstellung der Bestandteile von Funk-, Fernseh- und elektrotechnischen Geräten und verwandten Artikeln; Pollux Elektrische Apparate Vertriebs-G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Vertrieb des Staubsaugers „Pollux" sowie Vertrieb anderer elektrischer Apparate; „Ohm" Elektro Draht- und Kabel-Fabrik G. m. b. H., Berlin (100 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Erzeugnissen der Elektro- und Metallindustrie; Elektrizitätswerk Bayer. Eisenstein G. m. b. H., Eisenstein i. Bayern (20 000 RM): Erzeugung elektrischer Energie und die Versorgung des Ortes Bayerisch Eisenstein mit elektrischem Licht und elektrischer Kraft nach Maßgabe des besonderen Abgrenzungsabkommens der Fürstl. Hohenzollernschen Verwaltung in Sigmaringen mit der Oststrom-AG. vom 1./25. IV. 1933.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 36. Wer liefert vollständige Skalengehäuse mit 2 Drehknöpfen zum Anschluß von biegsamen Wellen; zur Einstellung von Auto-Rundfunkempfängern. Die Gehäuse werden mittels Schelle an der Senksäule befestigt?

Berichtigung.

In dem Nachruf für Herrn Dr.-Ing. Ebeling in H. 5 der ETZ 1935 muß es auf S. 119 in der 2. Spalte 3. Zeile von oben heißen: „Im Jahre 1920 wurde er Vorstandsmitglied der Siemens & Halske AG. und der Siemens-Schuckertwerke AG., und im Jahre 1921 übernahm er die Leitung der Siemens-Kabelgemeinschaft."

Abschluß des Heftes: 15. Februar 1935.

Für die Schriftleitung (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 28. Februar 1935 | Heft 9

Zur Leipziger Messe.

Nachdem die Entwicklung der letzten Zeit gezeigt hat, daß die scharfen Gegensätze in Europa einer ruhigeren Auffassung Platz gemacht haben, ist auch zu hoffen, daß die Handelsbeziehungen zwischen den einzelnen Staaten bald wieder unter einem besseren Zeichen stehen werden. Der kräftige und gesunde Aufschwung, den die deutsche Wirtschaft im letzten Jahre erlebt hat, muß auch in allen anderen Ländern wieder das Vertrauen zum wirtschaftlichen Wiederaufstieg wecken. In diesem Sinne hoffen wir, daß die Leipziger Messe auf alle ihre Besucher den frohen Zukunftsglauben ausstrahlt, von dem Deutschland beseelt ist. Wir wissen, daß nur friedliche Zusammenarbeit auf die Dauer bestehen kann, und nichts ist besser für ihre Anbahnung und Pflege geeignet als die Leipziger Messe, die ja seit Jahrhunderten der Treffpunkt der Käufer und Verkäufer aus aller Welt gewesen ist und es auch bleiben wird.

Für den Elektrotechniker ist die Leipziger Messe noch etwas mehr als ein Zusammenkommen von Käufer und Verkäufer, für ihn ist sie gleichzeitig eine Ausstellung, die ihm in ihrer Stetigkeit die Entwicklung seines Fachgebietes zeigt. Ihn fesselt nicht nur das Neue, das ihm von den einzelnen Herstellern gezeigt wird; auch der Weiterausbau bewährter Konstruktionen, ihr letztes Ausfeilen hat für ihn besondere Bedeutung. Ist die allgemeine Entwicklung soweit zur Ruhe gekommen, daß wohldurchdachte Formen sich herausgeschält haben, dann beginnt die technisch und wirtschaftlich nicht minder wichtige Kleinarbeit. Ihre Ergebnisse spiegeln sich in den Ausstellungen der Hersteller wider. Und gerade diese letzte Arbeit am Erzeugnis vermittelt nur die persönliche Inaugenscheinnahme.

Zur Erleichterung dieser Besichtigungen hat die ETZ die diesjährigen Messehefte vom Standpunkt des Messebesuchers aus gestaltet. Von den Ausstellern durch kurze Berichte aus ihrem Herstellungsgebiet unterstützt, hat sie in den „Nachrichten aus der Industrie" Hauptgruppen geschaffen, in denen der Besucher alles das vereint findet, was er im besonderen sucht. Diese Nachrichten sind so gleichsam zu einem technischen Führer durch die Ausstellungen ausgebaut worden, der nicht durch vollständige Aufzählung alles Gebotenen wirken, sondern den Blick der Fachgenossen auf das ziehen soll, worauf der Hersteller ganz besondere Entwicklungsarbeit verwandt hat.

So hofft die ETZ zu ihrem Teile dazu beitragen zu können, die Messe zu einem wirksamen Bindeglied zwischen Erzeuger und Verbraucher zu gestalten. Diese Zusammenfassung der Berichte über ähnliche Gebiete soll auch der Ausdruck dafür sein, daß die Aussteller in gemeinsamem, friedlichem Wettbewerb ihre Erzeugnisse dem Fachgenossen vorstellen wollen, damit er aus eigenem Urteil heraus sich bei der Fülle des Neugebotenen und Altbewährten einen Überblick verschaffen kann.

Harald Müller.

Digitized by Google

Ein Fortschritt im Aufbau keramischer Dielektriken*).

Von E. Albers-Schönberg, W. Soyck und A. Ungewiß, Berlin.

Vor einem Jahre, in Heft 9, 1934 dieser Zeitschrift, wurde erstmalig über neue keramische Stoffe hoher Dielektrizitätskonstante berichtet. Durch Einführung von Rutil (TiO_2) in keramische Massen war es gelungen, die Dielektrizitätskonstante bis zum Wert 80 hinaufzutreiben, daneben aber auch Stoffe mit den Zwischenwerten 20, 40, 60 u. a. aufzubauen. Es ist verständlich, daß sich die Aufmerksamkeit zuerst den Stoffen mit besonders hohem Dk-Wert zuwandte.

Zahlentafel 1. Diacond. Allgemeine Stoffeigenschaften.

Raumgewicht	g/cm³	3,2
Schlagbiegefestigkeit	kg·cm/cm²	2,9 ··· 3,2
Biegefestigkeit	kg/cm²	rd. 1200
Druckfestigkeit	kg/cm²	rd. 6000
Ausdehnungskoeffizient (linear)		$9 \cdot 10^{-6}$

Zahlentafel 2. Diacond. Dielektrische Eigenschaften.

Stoff	dielektrische Verlustfaktoren $tg\,\delta \cdot 10^4$					Dielektrizitätskonstante	Abhängigkeit der Kapazität von der Temperatur 20 ··· 100° C	Beobachter/Institut
	$\lambda = 300$ m	$\lambda = 150$ m	$\lambda = 50$ m	$\lambda = 6$ m	800 Hz	ε	ΔC je °C / C in 10^{-4}	
Diacond	rd. 1,5	rd. 1,0	rd. 1,0		rd. 10	15,5	+ 0,55	Soyck, Steatit-Magnesia Akt. Ges.
			0,6			15,8	+ 0,6	Straimer u. Quessel Inst. für elektr. Schwingungslehre. T. H., Berlin
							+ 0,5 ··· + 0,6	Schusterius, K. W. I. f. Silikatforschung
	1,5			1,2				Rohde u. Schwarz, Phys. techn. Entw.-Labor. München

Bereits zur Zeit der ersten Veröffentlichungen [1···6]) waren auch die übrigen elektrotechnisch wichtigen Eigenschaften dieser Stoffgruppe im großen und ganzen bekannt. Der dielektrische Verlustfaktor erwies sich bei Hochfrequenz als verhältnismäßig gering, bei Niederfrequenz jedoch als recht hoch. Ferner war der negative Temperaturkoeffizient der Dielektrizitätskonstanten festgestellt worden, der um so größer ist, je höher die Dielektrizitätskonstante selbst liegt.

Im Laufe des vergangenen Jahres verschärften sich die Anforderungen, welche die verbrauchende Industrie an die Kondensatorenbaustoffe stellte. Die Einführung der Induktionsspulen mit Hochfrequenz-Eisenkernen brachte eine Verminderung der Spulenverluste in Schwingungskreisen, worauf in entsprechendem Maße erhöhte Verlustfreiheit der Kondensatoren gefordert wurde. Gleichzeitig wird für hochwertige Dielektrika die Bedingung guter Temperaturkonstanz gestellt. In empfindlichen Schaltungen kann als höchste zulässige Änderung ein Temperaturkoeffizient von $\pm 1{,}0 \times 10^{-4}$, mit andern Worten $\pm 1\,\%$ für eine Temperaturspanne von 100 ° C gelten. Obwohl eine hohe Dielektrizitätskonstante aus rein fertigungstechnischen Überlegungen und aus Gründen der Raumersparnis auch weiterhin anzustreben war, stand doch für die Fortentwicklung diese Eigenschaft nun nicht mehr im Mittelpunkt des Interesses. Wichtiger waren Temperaturunabhängigkeit und kleiner dielektrischer Verlust bei Hochfrequenz.

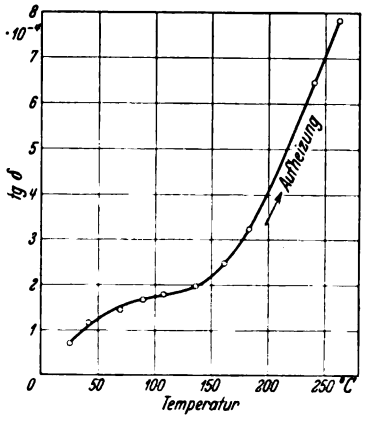


Abb. 1. Diacond. Abhängigkeit des Verlustfaktors von der Temperatur.

Die Bearbeitung dieser Aufgabe führte zu einem bemerkenswerten Erfolg. Es ergab sich, daß kieselsäurefreie Stoffe, die wesentlich aus Erdalkalititanaten oder Mischungen dieser Verbindungen bestehen, hervorragend gute dielektrische Eigenschaften haben. Keramisch lassen sich diese Stoffe — obwohl vollständig frei von Tonsubstanz oder Speckstein — verhältnismäßig gut beherrschen. Der im folgenden näher gekennzeichnete Stoff trägt die Bezeichnung „Diacond".

Einige mechanische Eigenschaftswerte finden sich in Zahlentafel 1, die dielektrischen Daten in Zahlentafel 2.

Die Verlustwinkel wurden an getrockneten Platten bei Zimmertemperatur gemessen. Sehr beachtlich ist die Verlustfreiheit dieses Stoffes. Der niedrigst gemessene Wert $0{,}6 \cdot 10^{-4}$ liegt an der Grenze der heute überhaupt erreichbaren Meßgenauigkeit. Die Abhängigkeit des $tg\,\delta$ von der Temperatur veranschaulicht Kurvenbild 1. Die Dielektrizitätskonstante ist nicht sehr hoch, immerhin jedoch 2½mal so hoch wie die des Porzellans und Steatits. Ihr Temperaturkoeffizient ist hinlänglich klein. Der Verlauf der Dielektrizitätskonstante in Abhängigkeit von der Temperatur ist in Abb. 2 wiedergegeben. Beide Meßreihen wurden von G. Straimer und W. Quessel (Institut für elektrische Schwingungslehre, Techn. Hochschule Berlin) aufgenommen. Der Verlustfaktor bei Niederfrequenz ist gleichfalls befriedigend klein. Diacond vereinigt demnach in sich Temperaturkonstanz, erhöhte Dielektrizitätskonstante und äußerst niedrigen dielektrischen Verlust.

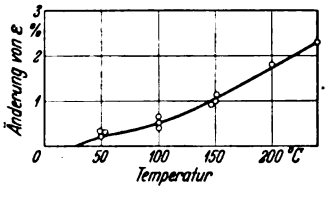


Abb. 2. Diacond. Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstante von der Temperatur.

Bei der Benutzung dieses Isolierstoffes zum Aufbau von Kondensatoren sind strenge Bedingungen für die Metallisierung und etwaige Lackierung innezuhalten. Kleine Arbeitsfehler, die bei einem Dielektrikum mit Eigenverlust 0,5 bis 2 ‰ unbemerkt bleiben, wirken sich bei etwa 0,1 ‰ Eigenverlust stärker aus und lassen den Verlust anwachsen. Anderseits ist der Isolierstoff selbst in seinen Eigenschaften von Stück zu Stück sehr gleichmäßig.

Die hier mitgeteilten Ergebnisse sind nicht in dem Sinne zu werten, daß die übrigen bereits bekannten Stoffe der Rutilgruppe (insbesondere diejenigen mit sehr hoher Dielektrizitätskonstante) an Bedeutung verlieren werden. Es zeichnen sich vielmehr heute mehrere Entwicklungslinien im Bereich der keramischen Dielektriken ab, deren eine zu dem hier beschriebenen Erfolg geführt hat. Es ist zu erwarten, daß der neue Isolierstoff die künftige Gestaltung sowohl der Kleinkondensatoren als vielleicht auch der Hochleistungskondensatoren stark beeinflussen wird.

*) Mitteilung aus dem Zentral-Laboratorium der Steatit-Magnesia Akt.-Ges., Berlin-Pankow.

[1]) H. Handrek, Hochfrequenztechn. Bd. 43, S. 73 (1934).
[2]) R. Vieweg, ETZ 1934, S. 573.
[3]) W. Soyck, Funk 1934, S. 566.
[4]) E. Albers-Schönberg, Ber. dtsch. keram. Ges. 1934, H. 4.
[5]) H. Handrek, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 491 (1934).
[6]) H. Handrek, Z. VDI Bd. 78, S. 1441 (1934).

Digitized by Google

Schaltung von periodisch arbeitenden Absorptionskühlschränken unter besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Tarifformen.

Von **Paul Scholl**, Berlin.

Während auf dem Gebiete der elektrischen Herde und Heißwasserspeicher in den letzten Jahren sich im wesentlichen bereits endgültige Tarifformen herausgebildet haben, ist die tarifliche Entwicklung auf dem Gebiete der Haushalt-Kühlschränke noch nicht zum Abschluß gekommen. Es lassen sich jedoch bereits deutlich die verschiedenen Richtungen erkennen, in denen eine endgültige Festlegung erfolgen wird.

Die elektrischen Kompressorkühlschränke, die bekanntlich motorische Energie, und zwar im wesentlichen während der Tagstunden verbrauchen, werden im allgemeinen an die Lichtstrom- oder Haushalttarife angeschlossen. Für die Absorptionskühlschränke, die Heizstrom verbrauchen, werden heute fast durchweg Nachtstrom- oder Kochstromtarife oder beide kombiniert gewährt. Besonders die mehrperiodig arbeitenden Absorp-

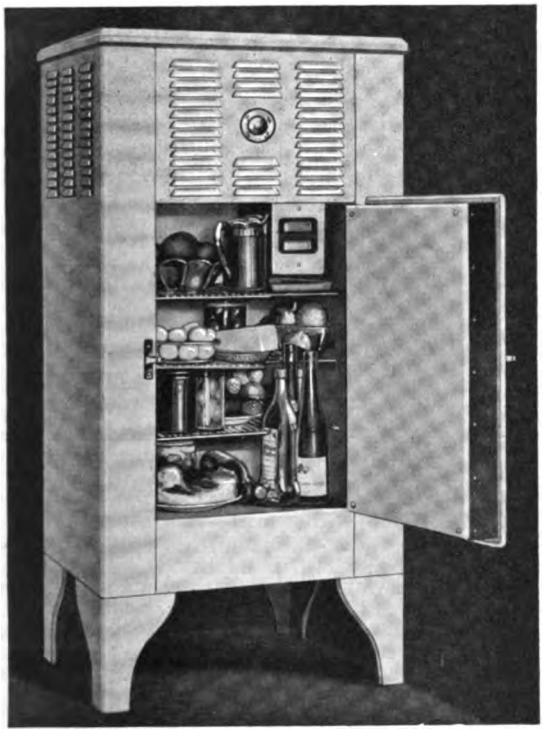


Abb. 1. Trockenabsorptions-Kühlschrank (Linde, Zweigniederlassung Walb & Co.).

tionskühlschränke werden von einer großen Zahl Elektrizitätswerke zum Nachstromtarif angeschlossen. Die Gründe, weshalb der Heizstromverbrauch des Absorptionskühlschrankes einen günstigeren kWh-Preis verdient als der motorisch angetriebene Kompressorkühlschrank, dürfen im allgemeinen als bekannt vorausgesetzt werden. Die neuzeitlichen Kühlschränke dieser Art (Abb. 1 und 2) arbeiten mit drei, wahlweise auch mit vier kurzen Heizperioden innerhalb 24 h (Abb. 3). Zwei von diesen Heizperioden liegen in der Nacht, während die dritte bzw. die beiden anderen Heizperioden ebenfalls in die Zeit geringer Netzbelastung verlegt werden können. Wo eine Mittagssenke in der Belastungskurve besteht, wird man beispielsweise den Dreiperiodenbetrieb wählen, in dem Netzteil dagegen, in dem während der Mittagszeit eine Kochspitze vorliegt, wird man zweckmäßig den Vierperiodenbetrieb vorziehen.

Die selbsttätige Schaltung wird durch eine Schaltuhr übernommen; es liegt daher vollständig im Belieben der Elektrizitätswerke, die Stromverbrauchszeiten nach Wunsch festzusetzen. Diese Freiheit in der Verlegung der Belastungszeit hat das Elektrizitätswerk bei keinem anderen Hausgerät, vielleicht noch beim Heißwasserspeicher. Sie ermöglicht es, die Belastungskurve, sei es nun des Kraftwerkes oder die einzelner bestimmter Netzteile, wesentlich auszugleichen. Das bedeutet also, daß für diesen zusätzlichen Stromverbrauch, ähnlich wie beim Heißwasserspeicher, keine festen Unkosten mehr berechnet zu werden brauchen, sondern daß die Unkosten des Werkes lediglich in einer geringen Erhöhung des Kohlen- und Schmiermittelverbrauches bestehen. Die Erhöhung des Kohlenverbrauches ist deshalb noch besonders niedrig, weil die bessere Ausnutzung der Anlage den Gesamtwirkungsgrad im Kesselhaus und den Generatoren bekanntlich steigert. Außer diesen besonders günstigen Lastverteilungsverhältnissen bietet der Absorptions-Kühlschrank noch die Vorteile eines verhältnismäßig hohen Nennverbrauches und einer überwiegenden Sommerbelastung, die mit dazu beiträgt, die bisher in den Sommermonaten sinkenden Stromeinnahmen auf gleiche Höhe wie im Winter zu bringen. Es liegen also in tariflicher Hinsicht mindestens gleiche, zum Teil noch günstigere Bedingungen vor als beim Heißwasserspeicher, und viele Elektrizitätswerke haben aus dieser Erkenntnis den periodisch arbeitenden Kühlschränken den Nachtstromtarif eingeräumt.

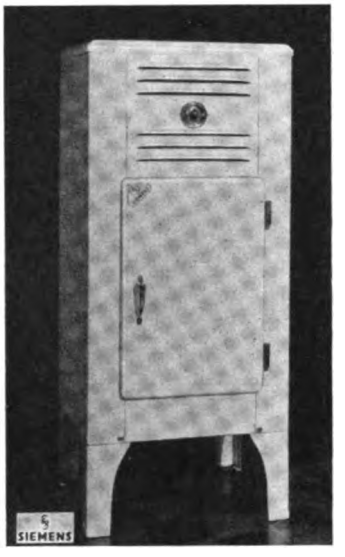


Abb. 2. Trockenabsorptions-Kühlschrank 80 l (Siemens-Schuckert).

Im folgenden soll untersucht werden, wie die Schaltung im Haushalt für die tarifliche Abrechnung am zweckmäßigsten durchgeführt werden kann. Es ist dabei angenommen, daß kein besonderer Lichtstromzähler mehr vorhanden ist, daß vielmehr nur noch zwei Zähler, evtl. ein Doppeltarifzähler zur Abrechnung des gesamten voll-

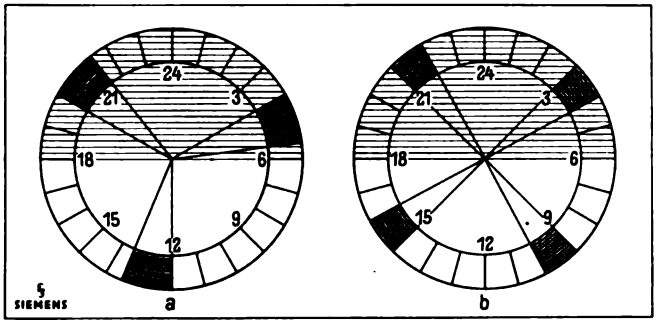
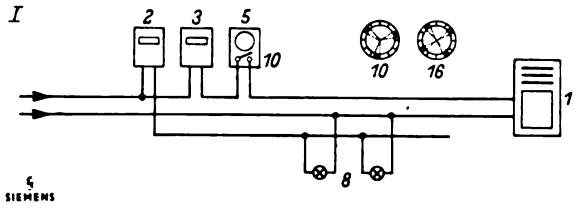


Abb. 3. Einschaltzeiten der Trockenabsorptions-Kühlschränke a) bei Dreiperiodenbetrieb b) bei Vierperiodenbetrieb. Bei gleichem Abstand beliebige Verschiebung möglich.

elektrisierten Haushalts dienen. Dies dürfte der Richtung der zukünftigen Entwicklung entsprechen, obgleich in einigen Fällen eine kombinierte Erfassung von Licht, Herd, Heißwasserspeicher, Kühlschrank durch einen Zähler erfolgen kann. Die verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten sollen in zwei Gruppen unterteilt werden. Die erste Gruppe umfaßt solche Tarife, bei denen der verbilligte Nachtstrom nur für die eigentlichen Nachtstromgeräte (Heißwasserspeicher und Kühlschrank) gewährt wird, während in der zweiten Gruppe die Tarife zusammengefaßt sind, die den verbilligten Nachtstrom allen Haushaltgeräten und auch dem Licht zugutekommen lassen.

Digitized by Google

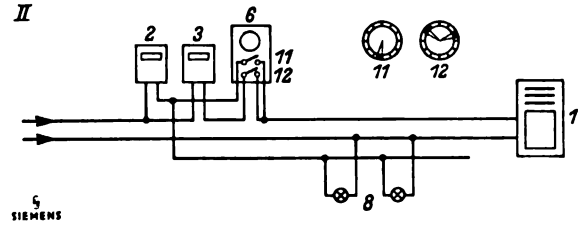
Die erste Schaltungsmöglichkeit der ersten Gruppe zeigt die Abbildung 4. Dort ist ein Zähler (*2*) für die gesamte Wohnungsinstallation einschließlich Herd vorgesehen und ein zweiter Zähler (*3*) mit Schaltuhr (*5*) für die Nachtstromgeräte. Die Schaltuhr übernimmt dabei die Aufgabe, sowohl Stromverbrauch zu den Zeiten des hohen



1 Kühlschrank
2 Tagstromzähler
3 Nachtstromzähler
5 Schaltuhr
8 normale Wohnungsinstallation
10 Zeitbild und Schalter der Schaltuhr

Abb. 4. Schaltbild I. Kühlschrank zum Nachtstromtarif angeschlossen.

Tarifes zu verhindern, als auch den Kühlschrank selbst ein- und auszuschalten. Die Zeiten, in denen die Schaltuhr den Strom freigibt, liegen beispielsweise abends zwischen 20 und 21½ h, morgens zwischen 4 und 5½ h und mittags zwischen 12 und 13½ h. Ebenso gut läßt sich ein Vierperiodenbetrieb durchführen (Zeitbild *16*). Diese Anordnung ist einfach und übersichtlich. Sie entspricht einem Tarif, der auch in den Mittagstunden dem Kühlschrank den Nachstromtarif gewährt.



1 Kühlschrank
2 Tagstromzähler
3 Nachtstromzähler
6 Schaltuhr mit zwei einpoligen Schaltern
8 normale Wohnungsinstallation
11 u. *12* Zeitbild und Schalter der Schaltuhr

Abb. 5. Schaltbild II. Kühlschrank zum Tag- und Nachtstromtarif kombiniert angeschlossen.

Schaltung II (Abb. 5) ist im Prinzip die gleiche, jedoch mit dem Unterschied, daß die Mittagsheizperiode zum normalen Haushalt- bzw. Kochstromtarif verrechnet wird und die beiden Nachtperioden zum Nachtstromtarif. Zu diesem Zwecke muß die Schaltuhr (*6*) mit zwei einpoligen Schaltern ausgerüstet sein, die getrennt ein- und ausschalten. Der Schalter *11* schaltet in den Mittagstunden zwischen 12 und 13½ h den Kühlschrank über den Haushalttarifzähler (*2*), während der Schalter *12* am Abend und in den frühen Morgenstunden dem Kühlschrank zwei Heizzeiten über den Nachtstromtarifzähler (*3*) zuteilt.

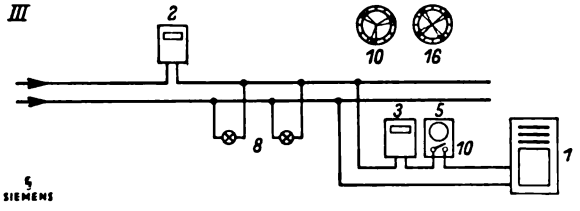
Auf diese Weise wird ein Doppeltarifzähler vermieden, so daß man praktisch mit den gleichen Hilfsmitteln wie in Schaltung I auskommt.

In Schaltung III (Abb. 6) ist eine besonders einfache Ausführung der Schaltung gezeigt. Nachtstromzähler (*3*) und dazugehörige Schaltuhr (*5*) liegen neben dem Kühlschrank (*1*). Der Nachtstromzähler ist als Differenzzähler geschaltet. Sein Verbrauch muß also zunächst vom Hauptzähler abgezogen werden. Diese Schaltung verlangt keine besondere Leitungsverlegung zwischen Zählertafel und Kühlschrank.

Eine Abart der Schaltung I (Abb. 4) kommt bei einem Pauschaltarif in Anwendung. In diesem Falle kann der Nachtstromzähler (*3*) überhaupt entbehrt werden. Es ist nur noch die plombierte Schaltuhr notwendig. Ein Pauschaltarif bietet gerade beim periodischen Absorptionskühlschrank kein Risiko, weil der höchstmögliche Stromverbrauch fest begrenzt ist und sein Mindestwert nur um etwa 30 % darunterliegen kann.

Zur zweiten Gruppe gehören die Tarife, die den verbilligten Nachtstrom allen Haushaltgeräten zugutekommen lassen. Es ist in den folgenden Schaltbildern angenommen, daß in diesen Anlagen ein Doppeltarifzähler zum Einbau kommt.

Schaltung IV (Abb. 7) arbeitet folgendermaßen: Der Schalter *13* der Schaltuhr (*6*) steuert den Doppeltarifzähler. Er verrechnet in den Nachtstunden und in den Mittagstunden zum Nachtstromtarif, in den übrigen Tageszeiten zum Tagstromtarif. Schalter *10* schaltet den Kühlschrank in drei Perioden ein und aus und sorgt dafür, daß diese Schaltzeiten in die Zeiten des niedrigen Tarifes fallen. Auch diese Schaltungsart ist einfach und übersichtlich. Sie erfordert für den Kühlschrank praktisch keine zusätzlichen Aufwendungen, da Doppeltarifzähler und Schaltuhr sowieso vorhanden sein müssen.

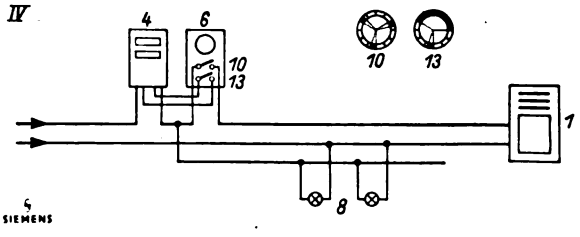


1 Kühlschrank
2 Tagstromzähler
3 Nachtstromzähler
5 Schaltuhr
8 normale Wohnungsinstallation
10 u. *16* Zeitbild und Schalter der Schaltuhr

Abb. 6. Schaltbild III. Kühlschrank zum Nachtstromtarif über Differenzzähler angeschlossen.

In Schaltung V (Abb. 8) ist noch der Fall gezeigt, wo außer dem Kühlschrank noch ein Heißwasserspeicher vorhanden ist. Diese Aufgabe läßt sich ebenso einfach lösen wie in Schaltung IV. Man braucht nur eine Schaltuhr (*7*) mit drei getrennt arbeitenden Schaltern. Schalter *14* schaltet beispielsweise den Heißwasserspeicher während der Nachtstunden ein und aus. Schalter *10* schaltet den Kühlschrank in seinen drei Perioden, und Schalter *15* steuert den Doppeltarifzähler. Man kann die Belastungszeit des Heißwasserspeichers dann auch zwischen die des Kühlschrankes legen (bei etwas erhöhter Wattaufnahme), um den Stromverbrauch noch gleichmäßiger zu verteilen.

Da Schalter *15* gemäß diesem Bild nur in den Nachtstunden den niedrigen Tarif einschaltet, wird der Kühlschrankverbrauch in den Mittagstunden zum Tagstromtarif verrechnet. Man hat es natürlich in der Hand, auch den Mittagsverbrauch des Kühlschrankes zum Nachtstromtarif abzurechnen, so wie in Schaltung IV oder auch umgekehrt. Es kommt dabei lediglich auf die Einstellung des Doppeltarifzähler-Schalters *13* bzw. *15* an.



1 Kühlschrank
4 Doppeltarifzähler
6 Schaltuhr mit zwei einpoligen Schaltern
8 normale Wohnungsinstallation
10 u. *13* Zeitbild und zugehörige Schalter der Schaltuhr

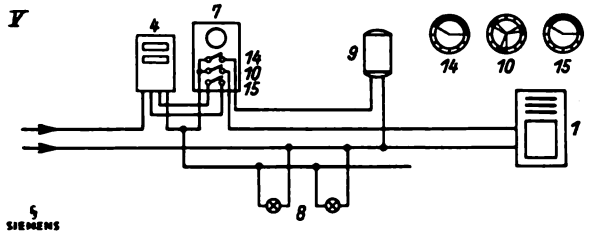
Abb. 7. Schaltbild IV. Kühlschrank und Wohnungsinstallation an Doppeltarifzähler.

Man sieht hieraus, wie man mit Hilfe einer solchen Schaltuhr nahezu alle auftretenden Möglichkeiten beherrschen kann. Wichtig ist vor allen Dingen auch, daß man nachträglich die Tarifform umstellen kann, wenn dies aus irgendwelchen Gründen als zweckmäßig erkannt wird.

Auch in den Schaltungen I bis IV läßt sich jederzeit noch, ebenso wie in Schaltung V, ein Heißwasserspeicher zuschalten. Es ist dabei nichts anderes notwendig, als

Digitized by Google

eine Schaltuhr mit einem weiteren Schalter zu wählen. Selbstverständlich kann auch der Heißwasserspeicher das erste Gerät sein, das zur Aufstellung kommt, und das zweite der Kühlschrank. Richtet man sich also von vornherein darauf ein, so bietet man dem betreffenden Haushalt eine entsprechende Erweiterungsmöglichkeit zur Vollelektrisierung, ohne daß dadurch immer wieder neue Installationen notwendig werden.



1 Kühlschrank
4 Doppeltarifzähler
7 Schaltuhr mit drei einpoligen Schaltern
8 normale Wohnungsinstallation
9 Heißwasserspeicher
10, 14 u. 15 Zeitbild und zugehörige Schalter der Schaltuhr

Abb. 8. Schaltbild V. Kühlschrank, Heißwasserspeicher und Wohnungsinstallation an Doppeltarifzähler.

Abb. 9 zeigt eine derartige Schaltuhr mit drei getrennt arbeitenden Schaltern, mit der sich alle oben besprochenen Aufgaben und Schaltungen leicht lösen lassen.

Es ist der besondere Vorteil dieser Schaltungen und Tarifformen, daß das betreffende Elektrizitätswerk sich dem wünschenswerten Zustand der vollkommen gleichmäßigen Kraftwerks- und Netzbelastung immer mehr nähern kann.

Wo das Elektrizitätswerk bereits eine ziemlich ausgeglichene Belastungskurve hat, wo es ihm also nicht mehr darauf ankommt, den zusätzlichen Stromverbrauch in besonders belastungsschwache Zeiten zu verlegen, sondern wo es darauf ankommt, überhaupt einen erhöhten Stromverbrauch zu bekommen, ist es natürlich möglich, den zweiten Zähler zu umgehen. Man wird die Tarifform dann so wählen, daß der auf den Kühlschrank und Heißwasserspeicher entfallende Verbrauch in anderer Weise zum Nachtstromtarif abgerechnet wird. Man kann diese Aufgabe entweder so lösen, daß man den Mehrverbrauch von einer bestimmten Höhe ab zum Nachtstromtarif berechnet oder dadurch, daß man die Grundgebühr um einen entsprechenden Betrag kürzt, oder auch, daß man den Kühlschrank pauschal anschließt. Der Vorteil dieser Tarifform ist, daß dem Elektrizitätswerk immer eine gewisse Mindesteinnahme gesichert ist, daß also nur der einen bestimmten Betrag überschreitende zusätzliche Verbrauch verbilligt abgegeben wird.

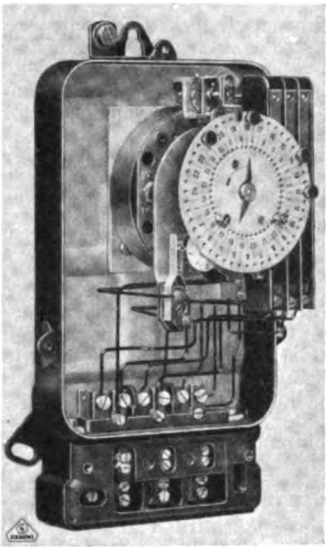


Abb. 9. Schaltuhr zum unabhängigen Schalten von 3 Stromkreisen.

Der Sinn und die Vorteile der Automatisierung elektrischer Schweißmaschinen.

Von **Wilh. Kürschner**, Berlin.

Der Nichtfachmann denkt bei dem Wort „automatische Maschine“ meist an eine solche, die eine bisher von einem Arbeiter ausgeführte Tätigkeit vollkommen selbsttätig erledigt, den Menschen also überflüssig macht. Dieser Gedanke hatte eine gewisse Berechtigung, als man unter der Herrschaft des Schlagwortes „Rationalisierung“ eifrig bestrebt war, menschliche Arbeitskräfte durch Maschinen zu ersetzen und dadurch an Lohnkosten sogar bei Erhöhung der Produktion zu sparen. Heute soll jedoch die selbsttätige Maschine eine Gütesteigerung, Ausschußminderung und Erleichterung der Arbeit herbeiführen.

Besonders augenfällig tritt dieser Sinn der Automatik bei den elektrischen Schweißeinrichtungen in Erscheinung. Die normale Lichtbogenschweißung von Hand erfordert eine besondere Geschicklichkeit und Sorgfalt des Schweißers, der den Lichtbogen nicht nur ruhig, sondern auch besonders kurz zu halten hat, damit die dem Zutritt von schädlichem Sauerstoff und Stickstoff aus der atmosphärischen Luft ausgesetzte Lichtbogenstrecke so klein wie möglich wird. Bei der Hand-Lichtbogenschweißung werden Schweißelektroden in Längen von etwa 300 ··· 500 mm verwendet. Es ist daher unvermeidlich, daß die Schweißnaht an den Stellen, wo ein Auswechseln der Elektrode erfolgte, einen Krater aufweist, der besonders sorgsam ausgeschweißt werden muß. Auch wirkt die Zeit für den Elektrodenwechsel verteuernd auf die Schweißkosten. Bedenkt man nun noch, daß der Schweißer bei seiner anstrengenden Tätigkeit gegen Ende seiner Arbeitschicht durch Ermüdung in seiner Leistungsfähigkeit nachlassen wird, so ist die Bedeutung der Automatisierung dieses Arbeitsprozesses leicht zu erkennen.

Die Lichtbogen-Schweißautomaten sind so eingerichtet, daß durch eine von der Lichtbogenspannung und damit durch die Lichtbogenlänge beeinflußte Steuerung der auf einer Rolle aufgehaspelte Schweißdraht entsprechend seiner Abschmelzgeschwindigkeit dem Lichtbogen zugeführt wird. Dadurch wird erreicht, daß der Lichtbogen kürzer eingestellt werden kann, als ihn ein Schweißer mit der Hand halten könnte und daß man höhere Schweißströme anwenden kann, wobei sich eine beträchtliche Steigerung der Schweißgeschwindigkeit ergibt. Der die Vorschubeinrichtung des Schweißdrahtes enthaltende Schweißkopf kann je nach der auszuführenden Arbeit entweder fest über dem sich unter ihm im Sinne der Naht fortbewegenden Schweißgut angebracht werden oder auch, wie Abb. 1 zeigt, an einem Schweißwagen sitzend über dem festliegenden Schweißgut auf einer entsprechenden Fahrbahn sich fortbewegen. Die Fahrgeschwindigkeit wird dabei durch ein Regelgetriebe gesteuert. Derartige Lichtbogenautomaten finden in verschiedenen

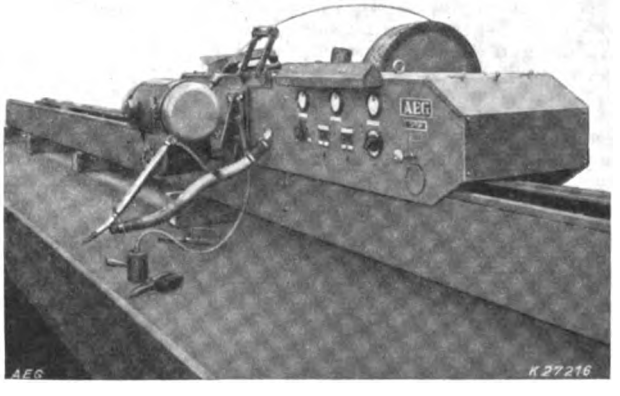


Abb. 1. Drahtschweißautomat, Normalausführung.

Bauarten in der Hauptsache Verwendung bei Längs- und Rundnähten von Rohren, Behältern und Kesseln sowie bei Auftragschweißungen verschlissener Flächen an Laufrädern, Baggereimern usw. Die Arbeit des Bedienungsmannes beschränkt sich auf die Vorbereitung und das Einspannen des Schweißgutes sowie auf die Überwachung der Einstellung und Einhaltung der Nahtrichtung. Die Seele des Automaten liegt in der Steuerung für den Drahtvorschub, die sehr feinfühlig arbeiten muß. Dies ist z. B. bei dem in der Abb. 1 gezeigten Automaten der AEG dadurch erreicht, daß das Vorschieben bzw. Zurückziehen des Drahtes, welches in stetem Wechsel dauernd durch den Abschmelztropfen bedingt wird, fast trägheitslos ohne Umsteuerung irgendwelcher Schwungmassen erfolgt. Dieser Lichtbogen-Schweißautomat bietet also, ohne

Digitized by Google

den Schweißer selbst überflüssig zu machen, folgende Vorteile gegenüber der Handschweißung:

1. Verbesserung der Güte der Schweißung durch Einhaltung eines besonders kurzen, gleichmäßigen Lichtbogens.
2. Erhöhung der Schweißgeschwindigkeit durch Anwendung höherer Stromstärke und Fortfall der Zeit für Elektrodenwechsel.
3. Ersparnis von Schweißdraht und Vermeidung von Kratern in der Naht durch Benutzung von Draht in Ringen statt kurzen Stäben.
4. Gleichbleibende Güte und Zuverlässigkeit der Schweiße, unabhängig von der Arbeitsdauer oder sonstigen die Aufmerksamkeit eines Handschweißers beeinflussenden Momenten.

Auch die Automatisierung der elektrischen Stumpfschweißmaschinen erfolgte nicht mit der Absicht, Menschenkräfte zu sparen, sondern die Güte der Schweißung auf einen Bestwert zu bringen und auf diesem zu erhalten. Die bereits vor längerer Zeit gebauten selbsttätigen Stumpfschweißmaschinen, meist für kleinere Teile, wie Drähte, Ringe, Kettenglieder usw., die noch nicht nach dem besonders zuverlässigen Abbrennverfahren arbeiteten, sollen hier außer Betracht bleiben. Auch die ersten selbsttätigen Abbrennschweißmaschinen mit Kurvensteuerung können nicht als Automaten in vollstem Sinne dieses Wortes angesprochen werden, da sie infolge ihrer Bauart nur sogenannte Einzweckmaschinen sind und nur unter gewissen Voraussetzungen angewendet werden können.

Das Abbrennstumpfschweißen besteht aus drei Arbeitsgängen: dem Vorwärmen, Abbrennen und Stauchen. Zum Vorwärmen werden die beiden zu verschweißenden Flächen ohne Druck in leichte Berührung gebracht, wobei sie sich an der Berührungstelle durch den Stromübergang erhitzen. Es folgt dann ein Auseinanderziehen der Stoßflächen, und Teile der erhitzten Stelle spritzen als Funken heraus. Dieses Berühren und Auseinanderziehen wird so oft wiederholt, bis der ganze Querschnitt eine bestimmte Temperatur angenommen hat. Nunmehr schließt sich der eigentliche Abbrennvorgang an, der darin besteht, daß der Vorschub des im beweglichen Stauchschlitten der Maschine eingespannten Schweißteiles beständig mit einer Geschwindigkeit erfolgt, die dem in Form eines gleichmäßigen Funkenregens herausspritzenden Materialabbrand entspricht. Dieser eigentliche Abbrennvorgang dauert so lange, bis die Schweißhitze sich gleichmäßig auf den ganzen Querschnitt verteilt hat. Dann wird der Stauchschlitten beschleunigt vorgeschoben, so daß die Schweißflächen mit einem, dem Querschnitt entsprechenden Druck vereinigt werden. Beim Einsetzen des Stauchdruckes muß gleichzeitig der Schweißstrom abgeschaltet werden.

Bei einer von Hand betätigten Stumpfschweißmaschine muß der Schweißer seine ganze Aufmerksamkeit auf den jeweiligen Wärmezustand der Schweißstücke richten, um im richtigen Augenblick vom Vorwärmen zum Abbrennen und zum Stauchen überzugehen. Die Betätigung des den Stauchschlitten bewegenden Handrades stellt je nach Größe des Schweißquerschnittes nicht unerhebliche Anforderungen an die Körperkräfte, so daß man von einer gewissen Grenze ab zumindest den Stauchdruck durch eine maschinelle Vorrichtung bewirken lassen muß. Darüber hinaus bringt aber die Automatisierung der Vorwärm- und Abbrennperiode ganz erhebliche Vorteile für einen stets gleich guten Ausfall der Schweißung. Der Handschweißer neigt stets dazu, die Erhitzung möglichst weit zu treiben, um ein sicheres und leichtes Ausstauchen zu erzielen. Dabei wird unnütz Wärme aufgewendet, was bei empfindlichem Material sogar direkt schädlich sein kann.

Eine vollständige Automatisierung dieses etwas verwickelten Schweißvorganges war nicht einfach. Dennoch ist vor nicht langer Zeit eine einwandfreie Lösung gefunden worden, die es sogar ermöglichte, die bisher größte Stumpfschweißmaschine der Welt für Querschnitte bis 25 000 mm² zu bauen[1]). Bei derart großen Maschinen könnte der Vorwärm- und Abbrennvorgang nicht mehr durch Handbetätigung beherrscht werden. Diese von der AEG gebaute Maschine arbeitet vollkommen selbsttätig. Der Schweißer hat nach dem Einspannen der zu vereinigenden Stücke, welches motorisch mit Spanndrücken bis zu 70 t erfolgt, nur noch an Hand einer Zahlentafel die einmal für einen bestimmten Querschnitt ermittelten Bestwerte für Abschmelzlänge und Stauchdruck, der bis zu 50 t betragen kann, an einem einfachen Ziffernblatt einzustellen und den Strom mittels Druckknopfes einzuschalten. Die Maschine beginnt dann mit dem Vorwärmen, steuert auf Grund des Wärmezustandes der Schweißflächen von selbst auf Abbrennen um mit anschließendem Stauchen und schaltet sich nach beendeter Schweißung selbst ab. Die Vorteile der selbsttätig arbeitenden Stumpfschweißmaschinen liegen nach obengesagtem darin, daß

1. eine Erweiterung des Anwendungsgebietes der Stumpfschweißung auf größere Querschnitte als bisher möglich geworden ist,
2. nur so viel Wärme aufgewendet wird, wie eine gute Schweißung erfordert,
3. der Schweißwerkstoff geschont wird,
4. die Schweißungen stets gleiche Güte aufweisen,
5. die Maschine im Rahmen ihrer Leistungsfähigkeit allgemein für Werkstücke verschiedenster Form und Abmessungen verwendbar ist,
6. der Ausfall der Schweißungen unabhängig von der Sorgfalt und körperlichen Beschaffenheit des Schweißers wird,
7. Schweißzeit und Strom gespart werden.

Bei Punkt und Nahtschweißmaschinen erstreckt sich die Automatisierung im allgemeinen nur auf das Schalten des Schweißstromes, denn das Auf- und Abbewegen der oberen Punktelektrode oder Elektrodenrolle durch Preßluft oder Motor an Stelle vom Fußdruck des Schweißers kann man kaum als Automatik bezeichnen.

Bei der Punktschweißung kommt es darauf an, den Strom rechtzeitig bei erreichter Schweißhitze abzuschalten, wozu eine gewisse Aufmerksamkeit und Übung gehören. Da in den meisten Fällen nur verhältnismäßig dünne Bleche zu verschweißen sind, wobei die Schweißhitze schon in Bruchteilen einer Sekunde erreicht wird, ist es erklärlich, daß der Schweißer stets länger als notwendig Strom gibt und dadurch unnötig Wärmespannungen in das Blech hineinbringt.

Das einfachste Mittel der Automatisierung des Stromabschaltvorganges bieten die Schweißkontroller, die nach verschiedenen Verfahren arbeiten können. Am besten hat sich wohl der Kontroller bewährt, der den plötzlichen Stromanstieg beim Verschwinden des Übergangwiderstandes zwischen den beiden Blechen, d. h. also beim Moment der Verschweißung selbst, über ein Relais zum Unterbrechen des Schweißstromes benutzt. Das Ergebnis ist eine wesentliche Verbesserung des Schweißpunktes hinsichtlich äußerer Erscheinung, gleichmäßigeren Ausfalles, geringerer Wärmespannungen, Strom- und Zeitersparnis. Besonders wichtig ist bei Punktschweißungen die Verkürzung der Schweißzeit mit dem Ziel, Wärmespannungen und Verwerfungen der Bleche zu vermeiden und besonders die Gefügeumbildung der Schweißzone nicht bis an die Oberfläche der Bleche gelangen zu lassen, was z. B. im Interesse der Korrosionsbeständigkeit bei nichtrostenden Stählen oder Aluminiumlegierungen gefordert werden muß. Dazu gehört die Anwendung hoher Schweißströme bei besonders kurzer Schweißzeit. Wenn auch die Schweißkontroller bereits diesen Forderungen entgegenkamen, so konnten sie doch in vielen Fällen, z. B. bei besonders dünnem Blech und wärmeempfindlichen Stählen, die unbedingt nötige Schnellschaltung nicht ermöglichen.

Hierfür hat man vor kurzem durch die Verwendung gittergesteuerter Dampfentladungsgefäße eine Schalteinrichtung geschaffen, die mit äußerst kleiner Leistung im Gitterkreis die großen Ströme im Hauptstromkreis leicht und genau schaltet[2]). Dabei kann die Schweißzeit von $^1/_{100}$ bis 0 s genau eingestellt werden. Erst dadurch wurde es möglich, besonders dünne Plättchen, Folien, Drähte für Radioröhren und künstliche Gebisse einwandfrei punktweise zu verschweißen.

Auch für Nahtschweißmaschinen hat erst die selbsttätige Steuerung des Stromes durch Stromrichter die Forderungen erfüllt, welchen weder die mechanischen Schaltapparate des Schrittschweißverfahrens, noch die Stromimpulse des Modulationsverfahrens genügen konnten. Mit gittergesteuerten Nahtschweißmaschinen gelingt es einwandfrei, Reinaluminium, Aluminiumlegierungen, rostfreie Stähle aller Art und viele andere Werkstoffe nahtzuschweißen, die bisher mit elektrischer Rollennahtschweißung nicht erfaßbar waren. Außerdem wurde dabei nicht nur die untere Grenze der Blechdicke herabgesetzt, sondern auch die obere Grenze von bisher 2 mm auf etwa 3,5 mm erhöht.

Man sieht also auch hier die Bedeutung der Automatisierung, die dem Menschen erst ein in jeder Hinsicht einwandfreies, zuverlässiges und leichtes Arbeiten gestattet.

[1]) ETZ 1935, S. 17.

[2]) ETZ 1934, S. 235, 636 u. 752.

Digitized by Google

Zusatzverluste von Gleichstrommaschinen.

Von Dipl.-Ing. W. v. Blittersdorff, Mannheim.

Übersicht. Ursache der Zusatzverluste in Gleichstrommaschinen sind im wesentlichen Mehrverluste in den Leitern durch Hautwirkung und Nutquerfluß und in den Ankerzähnen durch Feldverzerrung. Die ersten sind in ihrer Abhängigkeit von Spannung und Strom zum größten Teil bekannt; die Veränderungen der zweiten bei wechselnden Spannungen und Strömen werden an Hand von Messungen an einigen Maschinen dargestellt. Schließlich wird gezeigt, wie bei Wirkungsgradbestimmungen auf Grund der Angaben der R.E.M. die Zusatzverluste in einfachster Art eingesetzt werden können.

Die Zusatzverluste von Maschinen sind auf einfache Weise nicht zu messen. Ihr Einfluß auf den Wirkungsgrad ist bei Gleichstrommaschinen gering, solange sie mit Nennspannung arbeiten; eine genaue Bestimmung erübrigt sich deshalb; sie können vielmehr nach Erfahrungen für alle Maschinen der gleichen Art als gleich im Verhältnis zur Nennlast angenommen werden. Die Zahlenwerte sind durch die R.E.M. festgelegt. Diese allgemeine Festlegung ist berechtigt, da die Stoffbeanspruchungen immer etwa gleich sind. Anderseits darf man natürlich keine allzu große Genauigkeit erwarten; man denke nur daran, wieviel Einfluß die Konstruktion durch die Wahl der Polschuhform und der Kupferquerschnitte im Anker hat. Die Abhängigkeit der Zusatzverluste von dem Strom ist in den R.E.M. als quadratisch angegeben; die Abhängigkeit von der Spannung und der Drehzahl ist nicht beschrieben.

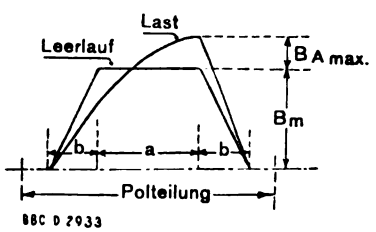


Abb. 1. Feldkurve bei Leerlauf und Last.

bei Gleichstrommaschinen zu einem wesentlichen Teil im Eisen (Ankerzähne und Poloberfläche) durch Verzerrung der Feldkurve; dazu treten Verluste durch den Wendefluß. Den anderen Teil nehmen die zusätzlichen Stromwärmeverluste ein; sie kommen dadurch zustande, daß der Leiter dem im Anker fließenden Wechselstrom entsprechend der bekannten Hautwirkung einen vermehrten Widerstand entgegensetzt; ferner dadurch, daß der Nutquerfluß beim Einlaufen der Nut in den Hauptfluß Wirbelströme im Leiter hervorruft.

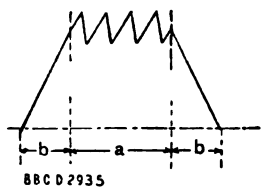


Abb. 3. Feldbild einer Maschine mit 4 Kompensationsstäben bei Last.

Die Stromwärme-Zusatzverluste lassen sich berechnen. Sie sind zu einem Teil (Hautwirkung) unabhängig von der Spannung (Sättigung) und quadratisch abhängig vom Strom, zum anderen Teil (Nutquerfluß) wachsen sie bei beginnender Zahnsättigung rasch mit der Spannung und sind nur insofern beeinflußt vom Strom, als die Feldverzerrung den Querfluß ändert, da der Verlust durch das Leerlauffeld bereits in der Messung der Eisenverluste enthalten ist. Anders die Eisenzusatzverluste! Es wird im folgenden untersucht, wie sich diese durch Feldverzerrung mit der Spannung und dem Strom bei konstanter Drehzahl ändern. Im Leerlauf ist das Feld etwa trapezförmig. Bei Belastung ist die Verteilung der Induktion über den Ankerumfang bei der nichtkompensierten Maschine eine Kurve, wie sie in Abb. 1 aufgezeichnet ist. Sie läßt sich mit genügender Genauigkeit aus der Spannungskennlinie und dem Strombelag des Ankers bestimmen; über dem kon-

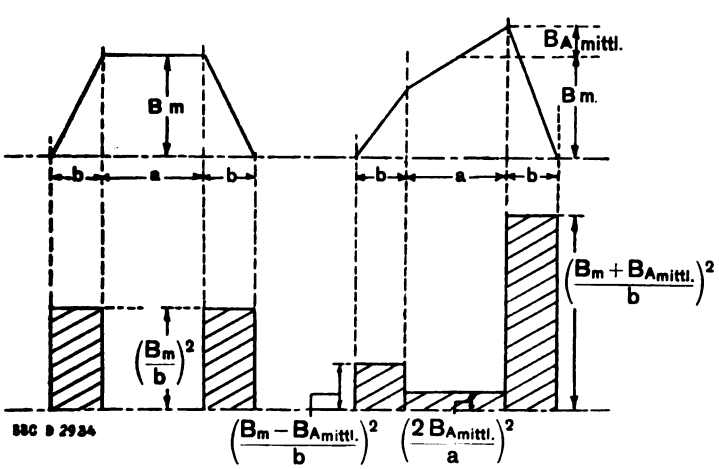


Abb. 2. Oben: Feldkurve bei Leerlauf und Last. Unten: Wirbelstromverluste (schraffierte Flächen) bei Leerlauf und Last.

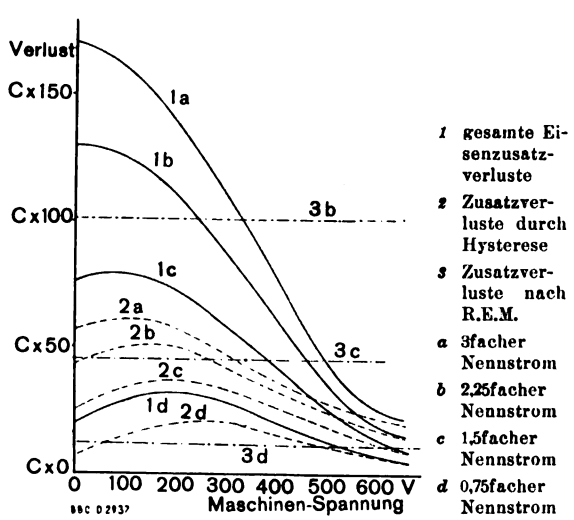


Abb. 4. Eisenzusatzverluste eines 95 kW-Generators.

Eine große Anzahl von Maschinen arbeitet nun aber mit sehr verschiedenen Spannungen und Drehzahlen. Es sei nur an Leonard-Umformer und an die neuerdings stark hervortretende Kraftübertragung in dieselelektrischen Fahrzeugen erinnert, ferner an Belastungsmaschinen im Prüffeld, regelbare motorische Antriebe u. a. m. Es soll daher im folgenden untersucht werden, wodurch die Zusatzverluste entstehen, wie ihre Abhängigkeit von Spannung und Strom ist und wie sie für beliebige Belastungszustände einzusetzen sind bei praktischen Rechnungen, wenn sie entsprechend den Angaben der R.E.M. als bei Nennlast bekannt und richtig angenommen werden.

Was sind Zusatzverluste und wodurch entstehen sie? Zusatzverluste sind der Mehrbetrag der tatsächlichen Verluste über die aus den Leerlauf- und Widerstandsmessungen errechnete Summe der Einzelverluste. Sie entstehen

stanten Teil a des Luftspaltes entspricht sie angenähert der Spannungskennlinie; über dem Teil b kann sie verhältnisgleich der Erweiterung des Luftspaltes umgerechnet werden.

Eisenverluste entstehen in den Zähnen des Ankers durch Ummagnetisierung (Hysterese) und durch Wirbelströme. Die Hystereverluste sind bei den gewöhnlich vorliegenden Induktionen von mehr als 16 000 Gauß dem Quadrat der maximalen Induktion verhältnisgleich. Die zusätzlichen Hystereverluste in einem Zahn sind bei konstanter Drehzahl also mit den Bezeichnungen der Abb. 1 anzuschreiben als

$$V_{\text{Zus. Hyst.}} = C_1 \left\{ (B_m + B_{A_{max}})^2 - B_m^2 \right\} = C_1 \left\{ 2\,B_m\,B_{A_{max}} + B_{A_{max}}^2 \right\}. \quad (1)$$

Digitized by Google

Für die Betrachtung der Wirbelstromverluste wird die Lastfeldkurve ersetzt durch drei Gerade. Das ist zwar physikalisch nur richtig bei der völlig ungesättigten sowie bei der völlig gesättigten Maschine; es gestaltet aber die Rechnung sehr übersichtlich und bringt keinen grundsätzlichen Fehler. Wirbelströme entstehen dadurch, daß jeder Zahn mit konstanter Geschwindigkeit die Feldlinien schneidet. Die erzeugte EMK ist lediglich verhältnisgleich der Steigung der Feldkurve; die erzeugten Verluste sind verhältnisgleich dem Quadrat. Während einer Halbperiode lassen sie sich, wenn die Feldkurve durch drei Gerade ersetzt ist, je Zahn im Leerlauf durch zwei, bei Belastung durch drei Rechtecke laut Abb. 2 darstellen. Die Grundlinien sind dabei zum Zeitmaßstab geworden, können aber der Einfachheit halber bei der als konstant vorausgesetzten Drehzahl mit den Längenmaßen benannt bleiben. Dann schreiben sich die Wirbelstrom-Zusatzverluste an als

$$V_{\text{Zus. Wirb.}} = C_2\left\{b\left(\frac{B_m - B_{A\,\text{mittl.}}}{b}\right)^2 + a\left(\frac{2\,B_{A\,\text{mittl.}}}{a}\right)^2 + b\left(\frac{B_m + B_{A\,\text{mittl.}}}{b}\right)^2\right\} - C_2\left\{2\,b\left(\frac{B_m}{b}\right)^2\right\}$$

$$= C_2\left(\frac{2}{b} + \frac{4}{a}\right)B^2_{A\,\text{mittl.}} \qquad (2)$$

Der Ableitung der Gleichungen für die zusätzlichen Hysterese- und Wirbelstromverluste lag das Feldbild der nichtkompensierten Maschine zugrunde; sie verdient im allgemeinen vor allem Beachtung, da bei ihr die Eisenzusatzverluste groß sind. Es kann aber auch in gleicher Weise die kompensierte Maschine untersucht werden unter Zugrundelegung des in Abb. 3 dargestellten Feldbildes bei Last. Denn es bleibt auch jetzt die Feldverteilung nicht ungeändert, da die Kompensation meist nur durch einige wenige Stäbe bewirkt wird. Neu tritt nur ein Hystereseverlust durch die Welligkeit der Feldkurve hinzu.

Zu den Zusatzverlusten in den Ankerzähnen durch Hysterese und Wirbelströme tritt die veränderte Polschuhwärme. Sie läßt sich als Integral der Feldkurve bei Last, vermindert um das bei Leerlauf, zeichnerisch verhältnismäßig leicht bestimmen. Im allgemeinen wird sie jedoch klein sein, so daß sie in der folgenden Betrachtung außer acht gelassen wird.

Betrachten wir die Gl. (1) und (2) für die zusätzlichen Hysterese- und Wirbelstromverluste der nicht kompensierten Maschine, so ist daraus die gesuchte Abhängigkeit von Spannung und Strom nicht als einfache Funktion zu erkennen. Beide Werte hängen ab von B_A^2, d. h. von dem Quadrat des Ankerstromes, aber auch vom Quadrat der Permeabilität; ferner hat bei den Hystereseverlusten die mittlere Induktion B_m Einfluß.

Klarheit bringt erst die zeichnerische Darstellung der Ergebnisse in bestimmten Fällen. Um dabei die Zusatzverluste durch Hysterese und Wirbelströme zusammenfassen zu können, werden zunächst einige Annahmen gemacht: Im Leerlauf sollen die Verluste durch Hysterese und Wirbelströme gleich sein (was richtig ist bei 0,5 mm-Dynamoblech und einer Ummagnetisierungsfrequenz von 70 ··· 80 Hz).

$$V_{\text{Hyst.}} = V_{\text{Wirb.}}$$

$$C_1 B_m^2 = C_2 \cdot 2\,b\left(\frac{B_m}{b}\right)^2.$$

Daraus berechnet sich $C_2 = b/2 \cdot C_1$, und man erhält durch Einsetzen als Summe der Zusatzverluste

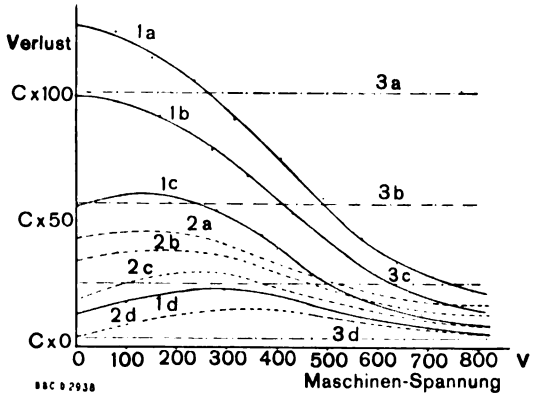
$$V_{\text{Zus.}} = C_1\left\{\left(2\,B_m B_{A\max} + B^2_{A\max}\right) + \left(1 + \frac{2\,b}{a}\right)B^2_{A\,\text{mittl.}}\right\}.$$

Setzt man ferner voraus, daß das Verhältnis der Polabmessungen gegeben ist durch $a = 2\,b$, was immer etwa zutreffen wird, so vereinfacht sich der Ausdruck für die Gesamtverluste weiterhin zu:

$$V_{\text{Zus.}} = C_1\left\{\left(2\,B_m B_{A\max} + B_{A\max}\right) + 2\,B^2_{A\,\text{mittl.}}\right\}.$$

Mit dieser Gleichung lassen sich die Eisenzusatzverluste in bestimmten Fällen darstellen. Ohne auf die absolute Größe Wert zu legen, ist für einen 95 kW- und einen 258 kW-Generator in Abb. 4 und 5 der Verlauf der Verluste aufgezeichnet in Abhängigkeit von der Spannung bei verschiedenen konstanten Strömen. Die ausgezogenen Kurven stellen die gesamten Eisenzusatzverluste, die gestrichelten Kurven den Anteil der Hystereseverluste dar; der Unterschied der ausgezogenen und gestrichelten Kurven wird durch die Wirbelströme verursacht. Als dritte Kurvenschar sind die Zusatzverluste nach R.E.M. aufgezeichnet, das sind die Verluste, die sich unter der Voraussetzung bekannter Werte bei Nennlast ergeben durch quadratische Umrechnung mit dem Strom, ohne Berücksichtigung der Spannung. Es wird deutlich, daß je nach dem Grad der Sättigung bei Nennspannung (Spiele in der Sättigung von ± 10 % sind normal) die Bezugswerte verschieden sind.

Das Ergebnis der Auswertung kann zusammengefaßt werden: Die Zusatzverluste im Eisen einer Gleichstrommaschine sind bei konstanter Drehzahl abhängig von der Spannung, und zwar so, daß sie bei geringer Spannung (ungesättigte Maschine) ihren Höchstwert erreichen; bei praktisch völliger Sättigung sinken sie auf 10 ··· 20 % dieses Wertes ab. Die Stromabhängigkeit ist nur durch die Sättigung bedingt; sie folgt durchweg einer bedeutend niedrigeren Potenz als dem Quadrat.



Bezeichnungen der Kurven wie in Abb. 4.

Abb. 5. Eisenzusatzverluste eines 258 kW-Generators.

Die Gleichung der Eisenzusatzverluste, die bisher nur dem Verlauf nach betrachtet wurde, läßt sich auch zahlenmäßig auswerten; denn der Rechnung sind die Eisenverluste in den Zähnen bei Leerlauf zugänglich. Das heißt:

$$V_{\text{Hyst.}} + V_{\text{Wirb.}} = \text{bekannt.}$$

Durch Einsetzen der oben angeschriebenen Werte wird daraus

$$C_1 B_m^2 + C_2 \cdot 2\,b\left(\frac{B_m}{b}\right)^2 = \text{bekannt.}$$

$$C_1\left(B_m^2 + B_m^2\right) = \text{bekannt.}$$

d. h. die Konstante C_1 ist bekannt.

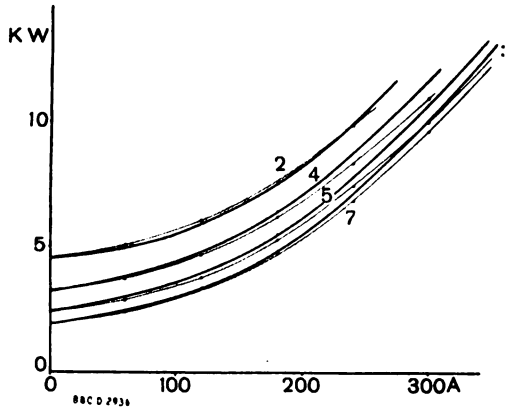
Für praktische Fälle, z. B. bei Ausrechnung der Wirkungsgrade während der Anfahrt eines Leonard-Generators, ist die Rechnung zu langwierig. Da gleichzeitig allein durch verschieden starke Erwärmung große Ungenauigkeiten in die Rechnung kommen, genügt es, die gesamten Zusatzverluste, die bei Nennspannung gemessen oder auch entsprechend den R.E.M. eingesetzt sind, unabhängig von der Spannung und abhängig vom Quadrat des Stromes einzusetzen.

Im allgemeinen verdienen die Zusatzverluste vor allem bei kleinen Spannungen Beachtung, denn dabei sind sie verhältnismäßig groß, noch mehr dadurch, daß bei dieser Spannung große Stromüberlastungen vorkommen. Sie betragen beispielsweise bei einem Drittel Spannung und doppeltem Strom bereits etwa 6 % der abgegebenen Leistung. Nun geht aus Abb. 4 und 5 hervor, daß gerade in diesem Bereich der Fehler, der durch Nichtberücksichtigung der Spannungsabhängigkeit entsteht, zum großen Teil aufgehoben wird durch die angenommene quadratische Umrechnung mit dem Strom. Zudem sei daran erinnert, daß Abb. 4 und 5 nur die Zusatzverluste im Eisen zeigen, die vielleicht etwa die Hälfte der gesamten Zusatzverluste ausmachen; ferner daran, daß ein Teil der Kupferzusatzverluste umgekehrt anwächst mit der Spannung. Daß bereits mit dieser Annäherung praktisch brauchbare Ergebnisse erreicht werden, zeigt Abb. 6. Es sind darin

Digitized by Google

die unmittelbar gemessenen Verluste eines 95 kW-Gleichstromgenerators ohne Kompensationswicklung bei seiner Nenndrehzahl 1500 U/min aufgezeichnet und verglichen mit denen, die nach den R.E.M. berechnet sind.

Bei allen Untersuchungen wurde bisher die Drehzahl als konstant vorausgesetzt. Es gibt jedoch eine ganze



——— in Kreisschaltung direkt gemessen
– – – – aus Einzelverlusten nach R.E.M. errechnet
2 580 V 4 470 V 5 325 V 7 180 V

Abb. 6. Gesamtverluste eines 95 kW-Generators ohne Feldverluste.

Reihe von Fällen, in denen Wirkungsgrade nachzuweisen sind bei Drehzahlen, die von der Nenndrehzahl abweichen. Für die Umrechnung der Zusatzverluste kann dabei die bekannte Abhängigkeit der Einzelverluste von der Drehzahl übernommen werden: Die Wirbelstromverluste im Eisen ändern sich mit dem Quadrat der Drehzahl, die Hystereseverluste unmittelbar mit der Drehzahl, die Polschuhwärme mit der anderthalbfachen Potenz und schließlich die zusätzliche Stromwärme im Anker etwa mit dem Quadrat.

Im allgemeinen werden also in den Zusatzverlusten die quadratischen Glieder überwiegen, so daß als Umrechnungspotenz für die gesamten Zusatzverluste 1,8 angenommen werden kann. Damit wird eine recht gute Übereinstimmung mit der Messung erzielt. Der Vergleich der Messung und Rechnung wurde auch an einem 386 kW-Generator von 1400 U/min durchgeführt, der mit Kompensationswicklung ausgerüstet ist, und zeigte, daß auch bei dieser kompensierten Maschine der Verlauf der Zusatzverluste grundsätzlich nicht anders ist.

In Abb. 6 sind die unmittelbar gemessenen Verluste aus einer Kreisschaltung ermittelt. Die Berechnung dagegen erfolgte gemäß den Angaben der R.E.M. aus den gemessenen Leerverlusten, wobei die Maschinenspannung um den inneren Spannungsabfall vermehrt bzw. vermindert ist, aus den Kupferverlusten, denen eine Wicklungstemperatur von 75 ° C zugrunde liegt, aus den Bürstenübergangsverlusten unter Annahme eines konstanten Spannungsabfalles von 2 V und aus den Zusatzverlusten, die bei Nennlast (als solche ist die Dauerlast betrachtet) als 1 % bzw. 0,5 % der Leistung eingesetzt sind. Bei der unmittelbaren Verlustmessung ist allerdings die Wicklungstemperatur 75 ° C nur annähernd einzuhalten; doch dürften die dadurch bedingten Unterschiede nur gering sein; letzten Endes liegen sie auch im Betrieb vor.

Bereits bei Nennlast weichen die Zusatzverluste von denen der R.E.M.-Angaben ab. Sie betragen:

95 kW-Generator:	1,2 %	der Nennlast	(nach R.E.M.	1,0 %)
258 „ „	: 1,4 %	„ „	(„	„ 1,0 %)
386 „ „	: 0,9 %	„ „	(„	„ 0,5 %)
117 „ Motor	: 0,7 %	„ „	(„	„ 1,0 %).

Trotzdem ist die Übereinstimmung von Messung und Einzelverlustverfahren der R.E.M. als gut zu bezeichnen.

Selbsttätig arbeitende Gleichrichter-Ladeanlagen für Fahrzeugbatterien.

Von P. Drobka, Berlin.

In letzter Zeit wird in den verschiedenen Ländern in steigendem Maße angestrebt, den elektrischen Fahrzeugantrieb mit Akkumulatorenbatterie stärker als bisher zu berücksichtigen. Die Aufladung der Batterien kann hier bei den Elektrizitätswerken zu Zeiten geringer Belastung entnommen werden. Aus den am stärksten verbreiteten Drehstromnetzen kann dies entweder durch rotierende Umformer oder durch Gleichrichter erfolgen. Die Gleichrich-

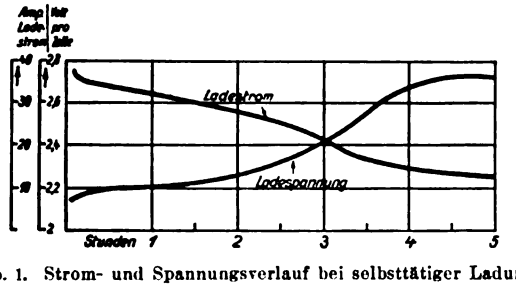


Abb. 1. Strom- und Spannungsverlauf bei selbsttätiger Ladung mittels Ladedrossel (Normal-Einschaltung).

ter haben den Vorzug, den Bedingungen, die als zusätzliche Einrichtung zum Fahrzeug an die Ladeanlage gestellt werden müssen, leichter zu entsprechen als die rotierenden Umformer. Sowohl Glühkathoden- als auch Quecksilberdampf- und Trockengleichrichter sind für diesen Zweck durchgebildet worden und haben ihre gute Eignung für die Ladung von Elektro-Fahrzeugbatterien bewiesen. Bei allen Gleichrichterarten wird von der selbsttätigen Regelung des Ladestromes durch die bekannte Ladedrossel Gebrauch gemacht, die in die Verbindungsleitungen zwischen Transformator und Gleichrichterventil geschaltet wird. Der Ladevorgang spielt sich hierbei so ab, daß nach dem Schließen des Ladekreises bei entladener Batterie der volle nennmäßige Ladestrom fließt, der im Laufe der fortschreitenden Spannungserhöhung allmählich abfällt, wie dies die Schaulinie gemäß Abb. 1 zeigt. Dieser Ladeverlauf hat zwar gegenüber der Ladung mit gleichbleibendem Strom eine etwas längere Ladezeit zur Folge, jedoch wird hierbei die Lebensdauer der Batterie erhöht; im übrigen kann durch die Wahl geeigneter Transformatoranzapfungen und durch die Ausbildung der Ladedrossel jede andere gewünschte Art des Ladeverlaufes erzielt werden.

Glühkathoden-Gleichrichter.

Das wesentliche Kennzeichen der Glühkathoden-Gleichrichter ist die Verwendung einer Ventilröhre, deren Kathode im Glühzustande arbeitet und durch Wechselstrom geheizt wird. Außer dem selbsttätigen Ladeschalter System Pöhler ist noch ein Handschalter vorgesehen, der als Gleichstromschalter dazu dient, den Ladekreis erst dann zu schließen, wenn die Glühkathode ihre vorschriftsmäßige Arbeitstemperatur erreicht hat, wofür einige Bruchteile einer Minute benötigt werden. Durch die richtige Einhaltung dieser Wartezeit wird die Lebensdauer der Röhre wesentlich über den Garantiewert erhöht. Der erwähnte Schaltvorgang wird vielfach durch ein thermisches Relais bewirkt, um die Arbeitsweise des Glühkathoden-Gleichrichters vollselbsttätig zu gestalten.

Quecksilberdampf-Gleichrichter.

Der Quecksilberdampf-Gleichrichter unterscheidet sich von dem zuvor erwähnten Gleichrichter lediglich durch den Aufbau des Gleichrichterventils und die dadurch bedingten Schaltelemente. Eine einfache Zündeinrichtung, die von der AEG seit fast einem Jahrzehnt als Federzündeinrichtung ausgeführt wird, ermöglicht schnellste Einschaltzeit. Eine Erregereinrichtung ist, wie dies aus Abb. 2 hervorgeht, nicht erforderlich, da sowohl der Glaskörper als auch die anderen Aufbauteile der Schaltung so bemessen sind, daß bereits ohne Vorhandensein einer Er-

Digitized by Google

regereinrichtung ein in jeder Hinsicht einwandfreier Betrieb während des ganzen Ladevorganges garantiert ist. Durch den Fortfall der Erregung werden die inneren Verluste des Gleichrichters herabgesetzt, und damit wiederum wird der Wirkungsgrad erhöht. Bei den für die Ladung von Elektro-Fahrzeugbatterien in Frage kommenden verhältnismäßig kleinen Leistungen ist dieser Vorteil, auf einen längeren Zeitabschnitt zusammengefaßt, in bezug auf die Stromkosten von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Die Abb. 2 zeigt einen Quecksilberdampf-Glaskörper für eine Gleichstromleistung von 40 A und 130 V. Quecksilberdampf-Glaskörper werden z. Z. für eine größte Leistung von 500 A in einem Gefäß hergestellt.

Abb. 2. Quecksilberdampf-Glaskörper ohne Erregung für 40 A, 130 V.

Für die selbsttätige richtige Überwachung der Ladung dient der bekannte Ladeschalter System Pöhler. Der Schalter wird für Stromstärken bis 60 A und bis 150 A hergestellt und auch für schlagwettersichere Unterbringung ausgeführt. Bei Gleichrichtern für einphasigen Anschluß kann der Ladeschalter auch in die Netzzuleitung gelegt und so zur Abschaltung des Gleichrichters vom Wechselstrom benutzt werden. Bei Drehstrom ist ein besonderer Nullspannungsschalter oder ein entsprechendes Schütz notwendig. Durch Verwendung eines zweiten Ladeschalters in Verbindung mit einem Umschaltrelais kann jeder der beschriebenen Gleichrichter auch zur selbsttätigen zeitlichen Nacheinanderladung von zwei Batterien verwendet werden. Abb. 3 zeigt den Innenaufbau eines 40 A-Gleichrichters zur Ladung von 40zelligen Fahrzeugbatterien.

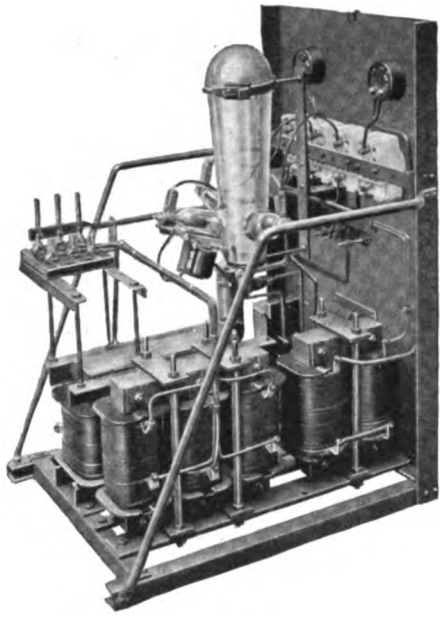


Abb. 3. Quecksilberdampf-Gleichrichter für 40 A, 40 Zellen (Innenaufbau).

Trockengleichrichter.

Bei den Trockengleichrichtern besteht das Ventil nicht aus einem Glaskörper, sondern aus einer in Form einer Scheibe gehaltenen Kombination eines Metalles mit einem Halbleiter. Die einzelnen Ventilscheiben werden je nach der geforderten Gleichspannung zu mehreren in Reihe und je nach der Gleichstromstärke parallel geschaltet. Die von der AEG verwendeten Ventilscheiben arbeiten auf rein elektronischer Grundlage, die keinerlei elektrolytische Vor- oder Nachwirkung zeigen. Hieraus erklärt es sich, daß die Ventile keinem Verschleiß unterworfen sind, so daß nach den bisherigen mehrjährigen Erfahrungen mit einer nahezu unbegrenzten Lebensdauer gerechnet werden kann. Als besonderes Kennzeichen der AEG-Ventilzellen sind der Fortfall jedes Druckes für ihre Arbeitsbedingung sowie der Fortfall von Kühlscheiben und die hohe spezifische Strombelastbarkeit zu nennen. Diese Faktoren führen zu geringem Gewicht und zu kleinen Abmessungen und ermöglichen es daher in einfachster Weise, den Trockengleichrichter in das Fahrzeug einzubauen, wodurch der Fahrbereich wesentlich erhöht werden kann, da es so möglich ist, die Batterie an jedem beliebigen Haltepunkt, bei dem Wechselstrom zur Verfügung steht, teilweise oder vollkommen wieder aufzuladen. Es ist eine große Anzahl derartiger Gleichrichter ausgeführt worden. Die erwähnten Ventilzellen arbeiten bei einer durch die innere Erwärmung bedingten Temperatur bis zu 50 ··· 60 ° C. Die Arbeitstemperatur kann jedoch bis auf etwa 90 ° C ansteigen, ohne daß dies von schädlichem Einfluß auf die Arbeitsweise oder Lebensdauer wäre. Hiermit ist zugleich die Möglichkeit gegeben, die erwähnten Trockenventilzellen in Kesselhäusern, in den Tropen u. dgl. ohne besondere Änderungen zu verwenden. Ferner kann in einfachster Weise, falls die Aufstellung dies bedingt, ein Feuchtigkeitschutz aufgebracht werden.

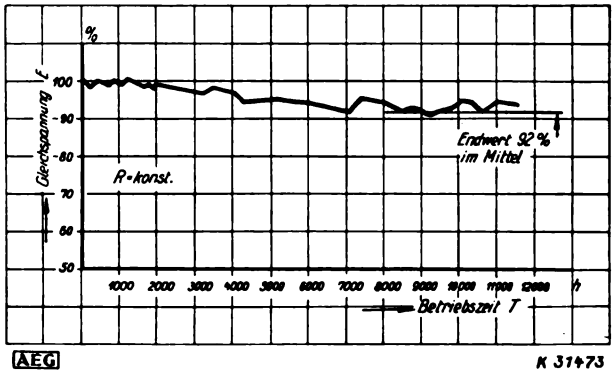


Abb. 4. Schaubild des Stromrückganges infolge Widerstandserhöhung eines Trockengleichrichter-Elementes durch Alterung (Ausgleichsanzapfungen blieben unbenutzt).

Eine bekannte Erscheinung ist die Zunahme des inneren Widerstandes der Ventilzellen nach längerer Betriebszeit, die unter der Bezeichnung Alterung bekannt ist. Sie wirkt sich dahin aus, daß der abgegebene Gleichstrom in dem Zeitraum von etwa 3000 ··· 8000 Betriebstunden um einige Prozent fällt. Diese Erscheinung läßt sich leicht dadurch beheben, daß das Ventilsystem nach dieser Zeit an eine höhere Transformatoranzapfung gelegt wird. In welch geringem Maße eine Alterung bei den Ventilzellen der AEG auftritt, gibt die Abb. 4 wieder, wobei noch keine Ausgleichsanzapfung benutzt wurde. Die Schwankungen der Schaulinie haben ihre Ursache in den zu den verschiedenen Meßzeiten vorhandenen ungleichen Höhe der Netzspannung und zum geringen Teil in der Verschiedenheit der jeweils vorhandenen Raumtemperatur. Wie das Schaubild zeigt, beträgt die Alterung nur etwa 8 % und tritt nur einmalig auf, um dann auf den Endwert zuzustreben. Nach der Umklemmung auf die höhere Transformatorspannung ist der Trockengleichrichter wieder in der Lage, 100 % seiner Nennleistung fortlaufend abzugeben.

Digitized by Google

Die Fernmeßanlage des Fränkischen Überlandwerks, AG., Nürnberg.

Von Betriebsingenieur **Andreas Kemmelmeier**, Nürnberg, und Dipl.-Ing. **Wilhelm Semmler**, Berlin.

Das Versorgungsnetz des Fränk. Ü.W. wird mit 20 kV betrieben und umfaßt ganz Mittelfranken sowie Teile von Unterfranken. Der Strombezug erfolgt vom Großkraftwerk Franken, zum Teil unter Benutzung der Bayernwerksanlagen. Die Betriebsleitung hat ihren Sitz in dem neuen Verwaltungsgebäude in Nürnberg, 13 km vom Großkraftwerk entfernt, und war bisher in ihren Dispositionen auf die telephonischen bzw. schriftlichen Nachrichten des Großkraftwerks angewiesen. Bei Störungen z. B. trat dieser Nachteil besonders kraß in Erscheinung, da kostbare Minuten vergingen, ehe die Betriebsleitung auf telephonischem Wege über die Störung orientiert war und nunmehr nach Klärung der Lage entsprechende Maßnahmen treffen konnte. Es lag daher nahe, sich der in den letzten Jahren zu ansehnlicher Höhe entwickelten selbsttätigen Nachrichtenmittel zu bedienen und der Betriebsleitung über die sie interessierenden Meßwerte und Vorgänge einen Überblick zu verschaffen, der unabhängig von dem Bedienungspersonal des Großkraftwerks laufend übermittelt wird. Die Aufgabe war klar; es galt, die wichtigsten Werte und Meldungen, die für die Führung und Sicherung des Betriebs zur Hand sein müssen, festzustellen und geeignete Mittel zu wählen, um diese Werte und Meldungen auf die schnellste und zuverlässigste Art zu übermitteln. Acht Meßwerte, zu denen später noch vier Meßwerte hinzukommen sollen, waren zu übertragen, davon sechs Leistungswerte der abgehenden Leitungen und je ein Spannungsmeßwert der Sammelschiene und einer Löschdrossel. Dazu gesellten sich fünf Erdschlußmeldungen, deren Übertragung doppelpolig durchzuführen war. Diese soll hier aber nicht näher behandelt werden, da die Übertragungsapparatur mit der hier zu beschreibenden Tonfrequenzanlage für die Fernmessung weder elektrisch noch mechanisch zusammenhängt.

Zunächst wurde die Technik der absatzweisen Übertragung des scheinbar geringeren technischen Aufwands wegen in Erwägung gezogen. Das ist ein Verfahren, das es gestattet, mit Hilfe einer einzigen Doppelleitung eine Anzahl von Meßwerten zu übertragen, wobei auf die gleichzeitige Übertragung der Meßwerte verzichtet wird und statt dessen die Übertragung der Meßwerte zeitlich nacheinander in einem sich dauernd wiederholenden Zyklus vorgenommen wird. Es lag auf der Hand, daß dieses Verfahren dem letzten Ziel der Betriebsleitung nicht entsprach, da diese keinesfalls die Forderung nach schnellster, unmittelbarer Übertragung erfüllen konnte. Ihr voraussichtlicher Vorteil gegenüber der bisherigen telephonischen Verständigung schien namentlich in Anbetracht der großen Anzahl von Meßwerten sehr gering zu werden und der Höhe des Geräteaufwands nicht zu entsprechen, so daß für die weitere Projektierung die dauernd gleichzeitige Übertragung sämtlicher Meßwerte als Hauptforderung erhoben wurde. Zudem hatte die Betriebsleitung nicht nur an der dauernden Anzeige der Meßwerte ein Interesse, sondern auch die Absicht, die Elektroversorgung in ihrem täglichen Wandel zu überwachen und statistisch zur Erreichung einer höheren Wirtschaftlichkeit zu erfassen. Die schriftliche Festlegung der Meßwerte, welche die oben geforderte, gleichzeitige Übertragung zur Voraussetzung macht, war letztes Ziel und ist auch tatsächlich durch Tintenschreiber verwirklicht worden.

Zur Ausführung gelangte für die Übertragung der Fernmeßimpulse das Mehrfach-Tonfrequenzverfahren, um alle Meßwerte gleichzeitig auf einer einzigen Doppelleitung übertragen zu können. Es erscheint selbst dem mit Fernwirkanlagen Vertrauten auf den ersten Blick hin etwas verwunderlich, das Tonfrequenzverfahren, welches normalerweise nur auf langen Leitungen berechtigte Anwendung findet, hier auf einer Strecke von nur 13 km Länge angewandt zu sehen. Um so interessanter wird es sein, die Gründe, die zur Wahl des Tonfrequenzverfahrens führten, hier zu erfahren. Vor der Erstellung der Tonfrequenzanlage lagen auf der 13 km langen Strecke Nürnberg—Großkraftwerk Franken bereits drei 110 kV-Einleiter-Ölkabel; ein zweites System sollte verlegt werden. Für die Errichtung der Fernwarte war eine Anzahl Übertragungsleitungen allein für den Fernsprechverkehr, für Fernsteuerungen und Fernmeldungen erforderlich. Da Leitungen zwischen dem Kraftwerk und der Fernwarte nicht zur Verfügung standen, mußte daran gedacht werden, ein Signalkabel zu verlegen. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sollte dieses in demselben Graben mit dem zweiten 110 kV-Kabelsystem verlegt werden. Bekannt ist, daß bei solch einer parallelen Anordnung das Signalkabel, wenn die magnetischen Felder der Hochspannungsleiter in bezug auf die Leiter des Signalkabels nicht ausgeglichen sind, starken Induzierungen ausgesetzt ist, was bei einphasigen Erdschlüssen in beträchtlichem, bei doppelphasigen Erdschlüssen jedoch in derartig hohem Maße der Fall ist, daß sowohl die Isolation des Signalkabels als auch Personen, die sich der Fernanlagen bedienen, wie auch die Geräte selbst sehr gefährdet werden. Namentlich bei den hier verlegten Einleiter-Ölkabeln mit der ungewöhnlich hohen Betriebspannung von 110 kV mußte mit einer hohen Beanspruchung des Signalkabels gerechnet werden, da das magnetische Feld wegen der fehlenden Verdrillung des Kabelsystems schon im normalen Betrieb eine sehr stark induzierende Wirkung auf das Signalkabel ausübt. Durch sorgfältige Rechnung ergab sich für den ungünstigsten Fall eine induzierte Spannung von nicht weniger als 8000 V. Von dem üblichen Mittel, die Gefährdungspannung durch Unterteilung der Kabeladerpaare mittels Zwischenübertrager zu reduzieren, wurde hier aus verschiedenen Gründen kein Gebrauch gemacht. Die trotzdem verwandten Hochspannungs-Ringübertrager dienten vorwiegend als Isolierwandler. Zum einen sollte die Möglichkeit, später Übertragungen mit hoher Energie und einfacher Stromart durchführen zu können, nicht verlorengehen, zum anderen sollten nicht durch zahlreiche Muffen neue Gefahrenpunkte in das an sich schon sehr ungünstig gelegene Signalkabel gebracht werden und ganz besonders waren es die hohen baulichen Kosten für die in Kabelbrunnen unterzubringenden Zwischenübertrager, die gegen eine Unterteilung in diesem Falle sprachen.

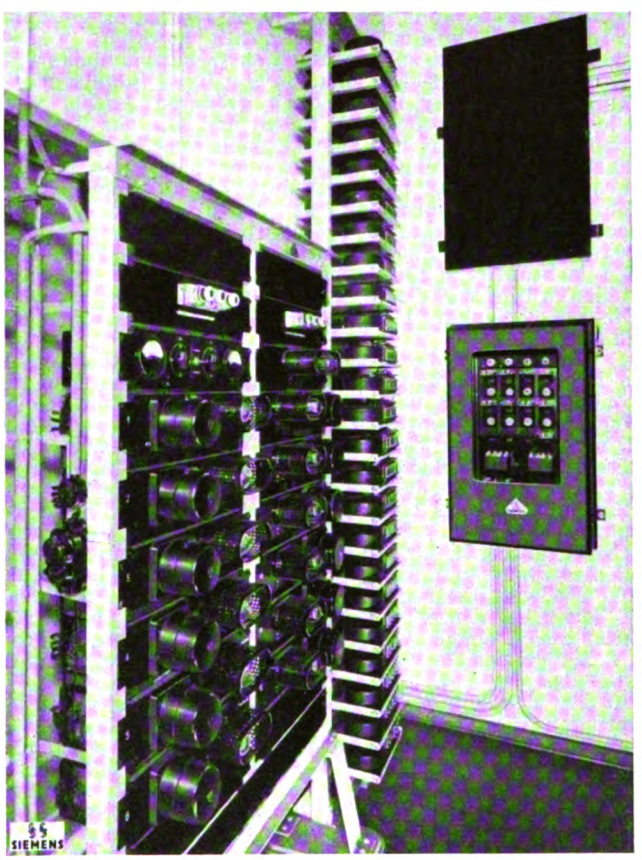


Abb. 1. Das Tonfrequenz-Empfangsgestell der Fernmeßanlage des Fränk. Ü. W., A.-G.
Vorderes Gestell: Empfangsrelais und Verstärker für 12 Übertragungen.
Hinteres Gestell: Siebketten für 12 Übertragungen.

Digitized by Google

Das Fränk. Ü.W. entschloß sich daher, ein Signalkabel mit einer Prüfspannung von 10 000 V Ader gegen Ader und Mantel gegen Ader zu verlegen, um durch diese hohe Isolationsfestigkeit das Kabel in allen Fällen vor Beschädigungen zu sichern. Ein Signalkabel mit 10 000 V Isolationsfestigkeit ist nun keine alltägliche Ausführung. Jedes hinzukommende Aderpaar verteuert das Kabel erheblich, so daß die Projektierung vor die schwierige Aufgabe gestellt wurde, mit möglichst wenig Kabeladern auszukommen, ohne das Projekt in seinen technischen Forderungen zu schmälern. Abb. 1 zeigt das Empfangsgestell.

Man hatte technisch die Wahl, entweder die Meßwerte einzeln über je ein Aderpaar zu übertragen oder ein Mehrfachausnutzungsverfahren für die Übertragung anzuwenden. Im ersten Falle — auf die Notwendigkeit je eines Aderpaares je Meßwert kommen wir nach dieser Erörterung zu sprechen — hätte man das Kabel mit 12 Aderpaaren (8 Meßwerte plus 4 Meßwerte des späteren Ausbaus) mehr ausrüsten müssen, was einer rd. 50prozentigen Preiserhöhung des wirklich verlegten Kabels mit 20 Kabeladern gleichgekommen wäre, im zweiten Falle jedoch wären nur wenige Aderpaare oder nur ein Aderpaar, je nachdem, welches Mehrfachausnutzungsverfahren gewählt worden wäre, zusätzlich erforderlich gewesen. Überlegungen führten dazu, daß alle Mehrfachausnutzungsverfahren, wie das 100 Hz- und die sonstigen Simultanverfahren wegen der notwendigen größeren Anzahl von Aderpaaren außer Betracht fielen, und nur das Tonfrequenzverfahren, das nur eine Doppelleitung beansprucht, ernstlich in Erwägung gezogen werden konnte. Die Untersuchung ergab, daß bei Anwendung des Tonfrequenzverfahrens eine Ersparnis in Höhe der Kosten für die gesamte Tonfrequenzanlage erzielt würde, oder anders ausgedrückt, daß die Einzelübertragung der Meßwerte durch den Mehraufwand an Kabeladern sich doppelt so teuer stellen würde wie die gesamte Tonfrequenzübertragung. Die Entscheidung fiel also auf die Tonfrequenzübertragung.

Um nun auf die Notwendigkeit je eines Aderpaares je Meßwert bei Einzelwertübertragung zu sprechen zu kommen, die ja an sich möglich gewesen wäre, sei an die Hochspannungsbeeinflussung des Signalkabels und an die damit verknüpfte Gefahr für die angeschlossenen Geräte und für das Bedienungspersonal erinnert. Wie schon erwähnt, wurden die bekannten hochspannungsicheren Ringübertrager als Isolierwandler an den Enden der Leitungen eingebaut. Durch ihren Aufbau und ihre Zwischenschaltung in der Fernleitung an beiden Enden lassen sie eine Übertragungsart mit gemeinsamem Rückleiter für alle Meßwertübertragungen nicht zu, so daß für jeden Meßwert bei Einzelübertragung ein Hin- und ein Rückleiter gleich einem Aderpaar erforderlich gewesen wäre.

Maßgebend für die Wahl der Tonfrequenzübertragung war also der hohe Anschaffungswert des Signalkabels mit dem sich daraus ergebenden Bestreben nach möglichst geringer Aderzahl und der mit der Hochspannungsbeeinflussung notwendig verbundene Ringübertragerabschluß, welcher die Anwendung der gleichwertigen Einzelübertragung mit gemeinsamem Rückleiter unmöglich machte. In Abb. 2 ist die grundsätzliche Schaltung angegeben.

Für die Erfassung der Meßwerte sowie ihre Anzeige und Registrierung wurde das bekannte Impulsfrequenz-Fernmeßverfahren gewählt. Dieses Telegraphierverfahren sendet nur Stromimpulse über die Fernleitung ohne Intensitätsunterschiede und ist daher auch für diese Art von Übertragung, bei der Tonfrequenzen getastet werden, besonders geeignet. Auch was die Meßgenauigkeit und die Einstellzeit der Instrumente betrifft, erfüllte es voll und ganz die zu stellenden Ansprüche, wie dies sich in der Praxis inzwischen auch bei über 1000 ausgeführten Übertragungen nach diesem System gezeigt hat, so daß die Entscheidung für das Impulsfrequenzverfahren ohne viel Erwägen getroffen werden konnte. Diese wurde noch dadurch erleichtert, daß das Städtische Elektrizitätswerk Nürnberg mit einer seit Anfang 1930 in Betrieb befindlichen, umfangreichen Fernmeßanlage nach dem Impulsfrequenzverfahren gute Erfahrungen machte. Von einer Beschreibung des Impulsfrequenzverfahrens wird hier abgesehen, da dieses schon häufig erläutert wurde[1]), das Tonfrequenzverfahren jedoch soll hier so behandelt werden, daß auch der Nichtfernmeldetechniker Verständnis für diese Technik gewinnt. In der Bezeichnung „Tonfrequenzverfahren" ist bereits angegeben, welche Frequenzen zur Übertragung herangezogen werden. Es sind die Frequenzen, die im Sprech- und Tonbereich liegen, Frequenzen zwischen 300 ··· 2400 Hz. Da die Grenzfrequenz der in der Praxis vorkommenden Kabel im Mittel bei rd. 2700 Hz liegt, ist es nicht möglich, höhere Frequenzen als die angegebenen Tonfrequenzen zu verwenden. Im allgemeinen wird die Tonfrequenzapparatur für 12 verschiedene Frequenzen, was mit 12 verschiedenen gleichzeitigen Übertragungen identisch ist, ausgelegt. Die im Fränk. Ü.W. erstellte Anlage stellt somit eine normale Ausführung dar. Die 12 Frequenzen haben einen Abstand von 120 Hz untereinander und nehmen den Bereich von 420 bis 1740 Hz ein. Dieser Abstand ist groß genug, um mit mäßigem Aufwand an Filterung eine gegenseitige Beeinflussung der verschiedenen Frequenzen auszuschließen. Jedem Meßwert wird eine bestimmte Tonfrequenz zugeordnet. Bei der Aussendung der Meßimpulse erfolgt auf der Sendeseite nichts anderes als ein dauernd abwechselndes Öffnen und Schließen des Tonfrequenzstroms in einem Takte, der von dem Fernmeßgeber angegeben wird. Senden mehrere Fernmeßgeber und werden damit mehrere Tonfrequenzen getastet, so fließt über die Leitung ein Frequenzgemisch, in dem ohne weiteres eine Unterscheidung der verschiedenen Frequenzen nicht mehr möglich

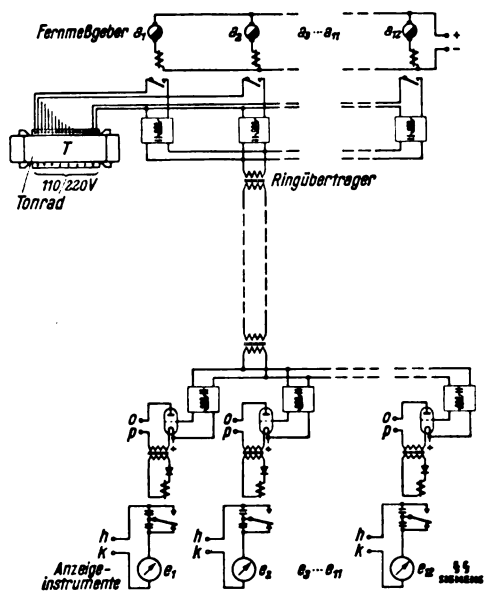


Abb. 2. Schaltbild der Mehrfachtonfrequenz-Fernmeßanlage des Fränkischen Überlandwerks AG.

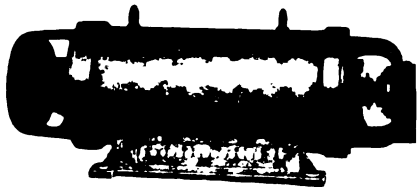
ist. Erst durch Anwendung von Siebmitteln auf der Empfangseite, von denen jedes auf eine bestimmte Tonfrequenz abgestimmt ist, wird eine Trennung der empfangenen Frequenzen erreicht. Hinter diesen Siebmitteln befinden sich Röhrenverstärker, welche die ausgesiebten Frequenzen so verstärken, daß Relais betrieben werden können. Bei dem gewaltigen Fortschritt der Verstärkertechnik in den letzten Jahren ist es begreiflich, daß diese Aufgabe mit normalen Mitteln gelöst werden konnte. Auf der Sendeseite entstehen bei der Tastung der verschiedenen Tonfrequenzen noch andere Frequenzen, die evtl. die Tonfrequenzen stören könnten. Zu ihrer Unterdrückung ist vor jedem Frequenzausgang eine Siebkette geschaltet, die nur die zugehörige Tonfrequenz in reiner Form durchläßt. Das Frequenzgemisch auf der Leitung hinter diesen Siebketten weist somit keine störenden Frequenzen auf und läßt sich daher auf der Empfangseite ohne zusätzliche Mittel in seine Einzelfrequenzen zerlegen. Die Reichweite der Tonfrequenzübertragung übersteigt bei weitem die bei dem Fränk. Ü.W. vorliegende Entfernung von 13 km und ist in der Hauptsache eine Funktion der auf der Leitung entstehenden Verzerrung der Übertragungszeichen. Im allgemeinen kann gesagt werden, daß eine Entfernung von rd. 2000 km, eine Entfernung, wie sie in Deutschland nicht vorkommt, unter Einsatz von Zwischenverstärkern betriebsicher überbrückt werden kann.

Die Tonfrequenzen, oder auch ihrer Aufgabe entsprechend Trägerfrequenzen genannt, werden in einem besonders konstruierten Generator erzeugt (Abb. 3). Statt dessen ließen sich auch Röhrengeneratoren verwenden, jedoch haben diese die etwas nachteilige Eigenschaft, daß die Phasenbeziehungen der Trägerfrequenzen zueinander

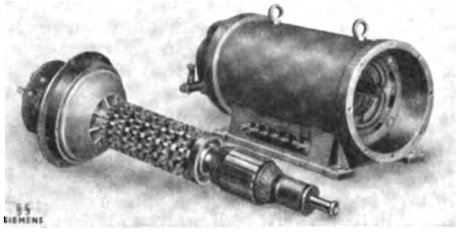
[1]) Dr. Schleicher, Siemens-Z. Bd. 12, H. 9. Das Baukastensystem für Fernmeßanlagen. — John, Siemens-Z. Bd. 13, H. 5. Ein neues polarisiertes Starkstromrelais. — Dr. Schleicher, „Die elektr. Fernüberwachung und Fernbedienung für Starkstrom-Anlagen und Kraftbetriebe", Verlag Julius Springer 1932.

Digitized by Google

nicht eindeutig festliegen. Aus diesem Grunde wird der mechanische Generator, kurz Tonrad genannt, allgemein vorgezogen. Es besteht außer dem Antrieb aus einem wicklungslosen Läufer und einem Stator, der eine Arbeits- und eine Erregerwicklung trägt. Der Läufer selbst setzt sich aus 12 Zahnkränzen zusammen, die entsprechend den Frequenzen von 420 ··· 1740 Hz eine unterschiedliche Zähnezahl aufweisen. Dreht das Tonrad sich um eine Zahnteilung, so ändert sich der Fluß in den Arbeitspulen der Maschine vom positiven zum negativen Maximum, d. h. eine Periode der entsprechenden Frequenz entsteht. Die sich ergebenden Frequenzen sind somit durch die



Tonrad, zusammengesetzt



Tonrad, auseinandergenommen

Abb. 3.

Umdrehungen des Tonrads und die Zähnezahl der verschiedenen Zahnkränze des Läufers bestimmt.

Die Siebmittel auf der Sende- und Empfangseite sind für eine bestimmte Durchlaßbreite gebaut und lassen eine Schwankung der Tonfrequenzen nur in engen Grenzen zu. Die Drehzahl des Tonrads, die hierfür maßgebend ist, muß daher auf Konstanz geregelt werden. Bei den beiden Tonrädern des Fränk.Ü.W., wovon das eine als Ersatz für den Störungsfall dient, ist die Reglung nach dem Fliehkraftreglerprinzip durchgeführt. Das Tonrad hat das Bestreben, seine vorgeschriebene Drehzahl zu überschreiten, wird aber durch den Fliehkraftregler in ständigem Spiel daran gehindert, indem dieser bei jeder Drehzahlüberschreitung durch Änderung der Erregung der als Nebenschlußmotor ausgeführten Antriebsmaschine die Drehzahl herunterregelt und sie erst bei dem vorgeschriebenen Wert wieder freigibt. Mit Hilfe dieses Fliehkraftreglers wird eine Drehzahlkonstanz weit über das erforderliche Maß hinaus erreicht.

Die Tonfrequenzanlage der Fränk.Ü.W. ist Mitte Februar 1933 in Betrieb gesetzt worden. Ununterbrochen werden seit dieser Zeit 8 Meßwerte ferngemessen, die maximal mit einer Impulsfrequenz von 12 Impulsen je s übertragen werden, ohne daß irgendwelche Schäden an Geräten oder grundsätzliche Mängel sich bemerkbar gemacht haben. Millionen Schaltungen hat die gesamte Apparatur, die Fernmeßeinrichtungen eingeschlossen, im Laufe von 2 Jahren bewältigt. Das war nur möglich dank einer erfahrungsreichen Relais- und Verstärkertechnik und nicht zuletzt der in den letzten Jahren neu gefundenen Erkenntnisse über die Berechnung von Filtern.

Für die Übertragungstechnik lagen im vorliegenden Falle keine besonderen Aufgaben infolge der geringen Entfernung vor, jedoch zeigt diese Anlage, wie gerade das Impulsfrequenzsystem geeignet ist, mit dem hochwertigsten Mehrfachausnutzungsverfahren, wie es das Tonfrequenzverfahren ist, in Gemeinschaft zu treten und die in diesem Verfahren liegenden Möglichkeiten voll auszunutzen und zur Geltung zu bringen. Die guten Erfahrungen, die bei dieser Anlage gesammelt wurden, gaben der Praxis einen Antrieb, in Fällen, wo wirtschaftliche Gründe wie hier eindringlich für das Tonfrequenzverfahren sprachen, auch diesen den Weg frei zu machen und das Tonfrequenzverfahren anzuwenden. So wird z. B. augenblicklich im Ausland eine größere Tonfrequenzanlage mit mehreren Sendestationen errichtet, wobei Entfernungen bis zu 300 km überbrückt werden müssen. In diesem Falle steht die übertragungstechnische Frage im Vordergrund. Die zur Verfügung stehenden Leitungen, die erst eingehend untersucht werden mußten, zeigten durchweg eine hohe Dämpfung, die nur mit zwischengeschalteten Verstärkern verschiedener Größe auszuschalten ist.

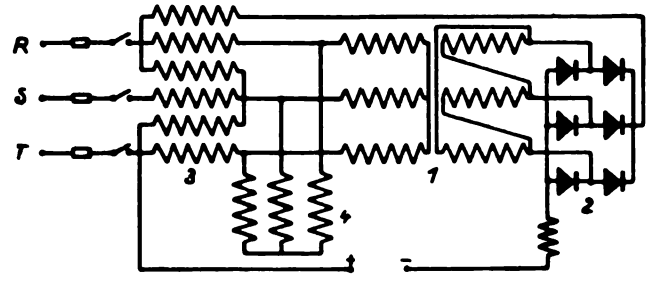
Mit der Tonfrequenz-Fernmeßanlage wurde dem Lastverteiler der Fränk.Ü.W. die am Anfang erwähnte Fernmeldeanlage, die die Aufgabe hat, 7 Erdschlußmeldungen zu übertragen, und ein Störungschreiber zwecks Aufzeichnung von Störungen innerhalb des Versorgungsnetzes übergeben. Beide Einrichtungen dienen der Vervollständigung des Lastverteilers und sollen in enger Verbindung mit der Fernmeßanlage den Betriebsleiter in die Lage versetzen, seinen Betrieb nach technischen und wirtschaftlichen Grundsätzen bestens zu leiten. Auch diese Einrichtungen wurden im Februar 1933 von Siemens & Halske dem Betrieb übergeben und erfüllen seit dieser Zeit ihre Aufgaben. Die Wartung aller geschilderten Fernbedienungseinrichtungen erstreckt sich dabei lediglich auf das Auswechseln des Registrierpapiers, die Nachschmierung und Kommutatorreinigung des in Betrieb befindlichen Tonrads und auf die Kontrolle der Heiz- und Anodenbatterien. Alle übrigen Einrichtungen benötigen keine regelmäßige Wartung.

Fortschritte in der Verwendung von Selen-Trockengleichrichtern.

Von **Karl Maier**, Nürnberg.

Im vorjährigen Messeheft der ETZ wurde von der beträchtlichen Verbesserung der Selengleichrichter berichtet, die hinsichtlich Konstanz, Leistung und Gewicht je Raumeinheit erzielt wurde[1]). Infolgedessen hat sich der Selengleichrichter auch das Gebiet der größeren Gleichstromleistungen erobert, wobei der Leistungsmaßstab vom Trockengleichrichter aus gesehen wird, für den z. B. 10 kW schon eine „große" Leistung darstellt, während dieselbe Leistung beim Quecksilberdampf-Gleichrichter als klein angesehen wird. Nachstehend seien die Neuerungen des letzten Jahres besprochen.

Gleichrichtergeräte mit Kippdrossel. Diese neue Geräteart wurde bereits ausführlich beschrieben[2]). Inzwischen sind auch Gleichrichtergeräte mit dreiphasigem Primäranschluß ausgeführt worden. Abb. 1 zeigt die Schaltung eines Gleichrichters für eine Gleichstromleistung von 104 V, 18 A, bei dem in jede Primärphase eine Kippdrossel in Reihe mit der Transformatorwicklung geschaltet ist. Auch die in der früheren Arbeit erwähnten Vorbelastungsdrosseln zur Erzeugung eines hohen Leerlaufstromes sind eingezeichnet. In Abb. 2 ist der Wirkungsgrad dieses Gleichrichtergerätes zusammen mit der Gleichspannung in Abhängigkeit von dem entnommenen



1 Transformator
2 Gleichrichter in Graetz-Schaltung
3 Kippdrosseln
4 Vorbelastungsdrosseln

Abb. 1. Dreiphasige Gleichrichterschaltung.

[1]) ETZ 1934, S. 221.
[2]) ETZ 1934, S. 1026.

Digitized by Google

Gleichstrom dargestellt. Bemerkenswert ist der hohe Wirkungsgrad und die gute Konstanz der Gleichspannung, so daß einem empfindlichen Gleichstromverbraucher das frühere Gleichstromnetz durch ein solches Gerät ersetzt werden kann.

Selengleichrichter für Rundfunkzwecke. Die Verwendungsmöglichkeit der Selengleichrichter bei Rundfunkempfängern wurde in dieser Zeitschrift[3]) ausführlich behandelt, so daß es sich erübrigt, näher darauf einzugehen. Ein etwas größerer Gleichrichter für Rundfunkzwecke ist das Vorsatzgerät für Gleichstromempfänger, das die Weiterverwendung dieser Empfängerart ohne irgendeine Abänderung am Wechselstromnetz gestattet, was bei einer Netzumstellung wichtig ist. Der Selengleichrichter ist hier in der einphasigen Graetz-Schaltung ausgeführt. Verschiedene Anzapfungen an der Sekundärseite des Transformators gestatten die Entnahme verschiedener Stromstärken bei der Nenngleichspannung. Der Gleichstrom wird durch eine aus Drossel und Elektrolytkondensatoren bestehende Siebkette ausreichend geglättet.

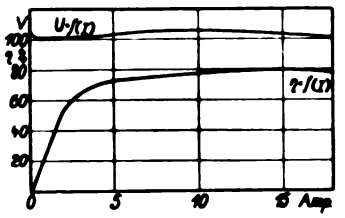


Abb. 2. Wirkungsgrad und Gleichspannung in Abhängigkeit vom Belastungstrom bei dem Gleichrichtergerät nach Abb. 1.

Selengleichrichter für hohe Spannungen insbesondere für kleinere Sender. Die verhältnismäßig hohe Spannungsfestigkeit der Selengleichrichter ermöglicht den Bau von Hochspannungs-Trockengleichrichtern. Hohe Gleichspannungen bis zu 3 kV lassen sich mit Hilfe der Selengleichrichter für kleinere Gleichstromleistungen bis zu 3 kW bequemer erzeugen als mit Hochspannungs-Gleichstrommaschinen, denn sie arbeiten geräuschlos, brauchen keine Wartung und erzeugen keine Hochfrequenzstörungen. Auch gegenüber der Glühkathodenröhre und dem Quecksilberdampf-Gleichrichter besitzt der Selengleichrichter den Vorteil der Unzerbrechlichkeit. Im letzten Jahr wurden mehrere Selengleichrichter für Spannungen bis zu 3 kV in der dreiphasigen Graetz-Schaltung ausgeführt. Da diese Gleichrichter meist für kleinere Telegraphie- oder Telephoniesender verwendet werden, muß der Gleichstrom gut geglättet sein.

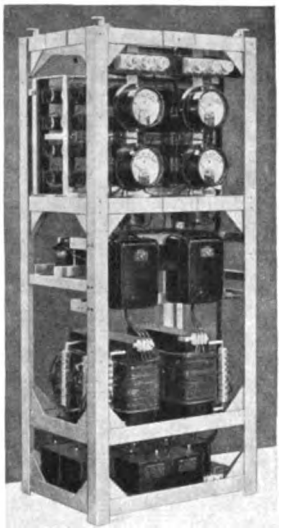


Abb. 3. Hochspannungs-Selengleichrichter-Gerät für 2 · 1200 V bei 0,75 A.

In Abb. 3 ist ein Selen-Trockengleichrichter-Gerät dargestellt, das für eine Gleichstromleistung von 2 · 1200 V bei 0,75 A gebaut ist. Auch dieses Gerät ist in der dreiphasigen Graetz-Schaltung ausgeführt, es wird über einen Transformator mit elektrisch getrennten Wicklungen an das 380 V-Drehstromnetz angeschlossen und kann durch einen eingebauten Schutzschalter ferngesteuert werden. Der gleichgerichtete Strom wird durch je eine Siebkette für jeden Stromkreis auf 1‰ Welligkeit geglättet.

Der gesamte Wirkungsgrad solcher Gleichrichteranlagen ist bei Vollast je nach der Größe der Gleichstromleistung 75 ··· 80 %. Zwischen Vollast und Leerlauf schwankt die Gleichspannung um rd. 14 % (Spannungsabfall des Gleichrichters und Transformators), ein Betrag, der meistens noch zulässig ist. An sich wäre die Verwendung von Kippdrossel-Gleichrichtergeräten zur Erzeugung einer lastunabhängigen Gleichspannung zweckmäßig, doch scheitert dies vorerst noch an der größeren Einschwingzeit sowie an den hohen kurzzeitig auftretenden Überspannungen der Kippdrosselanordnung. Abb. 4 zeigt ein Oszillogramm der Gleichspannung beim Abschalten des Belastungswiderstandes für einen normalen Hochspannungs-Gleichrichter ohne Kippdrossel, während Abb. 5 das Verhalten eines Kippdrosselgerätes unter denselben Voraussetzungen veranschaulicht. Beide Oszillogramme gelten für ein Gleichrichtergerät 1200 V, 1,5 A. Während also die Gleichspannung bei dem normalen Gerät nach dem Abschalten der Last kurzzeitig um 17 % ansteigt, erhöht sie sich bei dem Kippdrosselgerät um rd. 40 %. Im ersten Fall ist der Einschwingvorgang in 4,5 Per. vollzogen, während bei dem Kippdrosselgerät rd. 6,5 Per. benötigt werden. Das Einschalten des Gleichstromes bei angelegter Belastung vollzieht sich bei beiden Geräten in viel kürzerer Zeit. Es ist auch zweckmäßig, den Heizstrom und die Gitterspannung für Sender durch Trockengleichrichter aus dem Drehstromnetz zu entnehmen, denn diese Gleichrichterart arbeitet auch bei kleinen Gleichspannungen noch mit einem guten Wirkungsgrad.

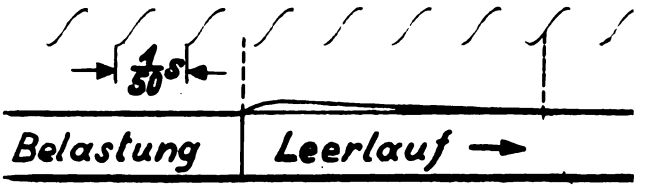


Abb. 4. Oszillogramm der Gleichspannung beim Abschalten der Last, aufgenommen an einem Gleichrichtergerät ohne Kippdrosseln.

Gleichrichter für die Ladung von Fahrzeugbatterien. Außer den normalen Lade- und Dauerladegleichrichtern für kleinere Leistungen, z. B. für Batterien in Signal-, Uhren-, Tonfilm-, Sicherungs- und Fernsprechanlagen, stellt die Süddeutsche Apparate-Fabrik, Nürnberg, auch Gleichrichtergeräte für größere Gleichstromleistungen her, wie sie z. B. für die Ladung von Elektrokarrenbatterien erforderlich sind. Solche Gleichrichtergeräte werden dreiphasig über einen Transformator an das Netz angeschlossen. Auf der Sekundärseite ist in jeder Phase zwischen Transformator und Gleichrichter eine Drossel eingeschaltet, welche die Strom-Spannungs-Kennlinie des Gleichrichters verflacht, damit die Ladung der Batterie früher beendet ist. Während der Ladestrom bei normalen Ladegeräten am Ende der Ladung auf rd. 20 bis 30 % des Anfangsladestromes (bezogen auf den Ladestrom bei der Zellennennspannung) absinkt, beträgt der Abfall des Ladestromes mit steigender Zellenspannung bei den Ladegeräten mit besonderen Drosseln rd. 50 % am Ende der Ladung (bei Zellenhöchstspannung). Die Verflachung der Strom-Spannungs-Kennlinie könnte natürlich auch mit einem rein ohmschen Widerstand im Stromkreis erzielt werden, doch wären damit erhebliche Verluste verbunden. Wesentlich günstiger ist die Einschaltung der induktiven Widerstände, die nur die verhältnismäßig kleinen Verluste im Eisen und im Kupfer aufweisen. Der Trockengleichrichter besitzt gegenüber dem Umformer den Vorteil, daß die Batterie beim Ausbleiben der Netzspannung nicht über den Gleichrichter sich wieder entladen kann, weil die Batteriespannung den Gleichrichter in Sperrichtung antrifft, in der nur ein sehr kleiner Strom fließen kann. Diese Gleichrichtergeräte für die Ladung von Fahrzeugbatterien werden mit oder ohne Pöhler-Schalter[4]) hergestellt.

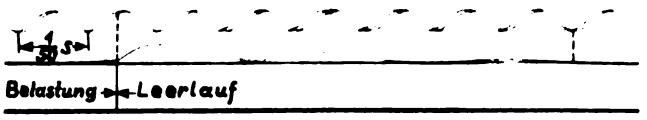


Abb. 5. Oszillogramm der Gleichspannung beim Abschalten der Last, gültig für ein Gleichrichtergerät mit Kippdrosseln.

Der Wirkungsgrad dieser eben beschriebenen Ladegeräte bleibt vom Anfang bis zum Ende der Ladung fast konstant auf rd. 75 %.

[3]) ETZ 1934, S. 1171.

[4]) ETZ 1926, S. 929.

Digitized by Google

NACHRICHTEN AUS DER INDUSTRIE.

Leitungen.

In gleicher Weise, wie dies auch in anderen Ländern schon der Fall ist, wird jetzt in Deutschland der Verwendung von Aluminium im Leitungsbau besondere Beachtung geschenkt. Die erweiterte Verwendung des Aluminiums auf diesem Gebiet brachte naturgemäß neue Konstruktionen, die auf langjährigen Erfahrungen an anderen bereits für den Werkstoff Aluminium entwickelten Geräten aufgebaut sind. Auf dem Stand von J. Wilhelm Hofmann, Kötzschenbroda bei Dresden, sind **Klemmen und Verbindungsstelle für** den Einbau in **Aluminiumleitungen** und den Übergang von Aluminium auf Kupfer ausgestellt, die dem Erbauer von Freileitungen (Ortsnetzen) und Schaltanlagen besonders interessant sein werden (Abb. 2). Für zugfeste Verbindungen werden nach wie

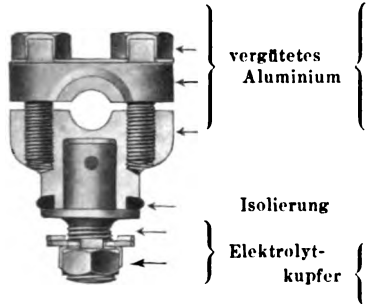


Abb. 1. Klemme für Hausanschlüsse, d. h. für Abzweigungen verhältnismäßig schwacher Kupferleitungen von starken Aluminiumleitungen.

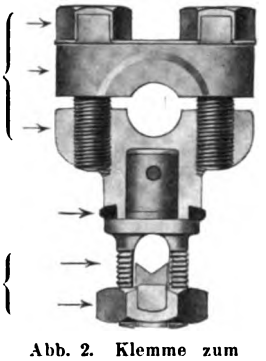


Abb. 2. Klemme zum Verbinden von Kupfer- und Aluminiumleitungen größerer Querschnitte.

vor die bewährten Niet-, Schrauben- und Kerbverbinder — letztere auch zur Herstellung von Verbindungstellen mit Stahl-Aluminium-Leitungen — verwendet, ferner Ziehverbinder nach Patenten der Heddernheimer Kupferwerke. Unimaxklemmen sind in einer Spezialausführung mit besonders großen Kontaktflächen auch für Aluminiumabzweige verwendbar gestaltet worden. Zur Verbindung von Kupferleitungen mit Aluminiumleitungen finden neben den bewährten Alcu-Schellenklemmen die Novalcu-Klemmen Verwendung (Abb. 1), die nach neuzeitlichen Gesichtspunkten unter Beachtung der im Laufe vieler Jahre gesammelten Betriebserfahrungen durchgebildet wurden. Sie sind für Hausanschlüsse und für jede sonstige Verbindung zwischen Kupfer- und Aluminiumleitungen in allen praktisch vorkommenden Querschnitten geeignet. Große Kontaktflächen und absoluter Schutz gegen Korrosionsgefahr durch zweckmäßige Isolation der verschiedenen Werkstoffe sind die Kennzeichen dieser Neuerung. Primodur-Klemmkabelschuhe zum Anschluß von Aluminiumleitungen an Kupferbolzen unter Verwendung von Cupalblech sowie Aluminiumkabelschuhe, Greifklemmen und Zahnklemmen aus Aluminium vervollständigen das Klemmenmaterial.

Die für Rundkupferleitungen üblichen konzentrischen Klemmen sind für Aluminiumleitungen ungeeignet, weil die bei solchen Klemmen möglichen Kontaktstellen zu klein sind und der Kontaktdruck zu gering ist. Es wurde daher ein neues Klemmensystem entwickelt, bei welchem die Kontaktstellen grundsätzlich durch Klemmdeckel mit besonders großen Kontaktflächen gebildet werden.

Auch die Firma A. Schiffmann, München, hat Klemmen- und Verbindermaterial für Aluminium und seine Abarten ausgestellt. Besonders wird die **Arcus-Stromabnehmerklemme und Erdungsgarnitur** (Abb. 3) die Aufmerksamkeit des Betriebsingenieurs zu fesseln vermögen. Sie dient zweierlei Zwecken: 1. zur Abnahme von Strom aus der Freileitung, 2. als Erdungsklemme für Sicherheitserdungen von Hochspannungsleitungen und Sammelschienen. Haupterfordernis hierfür ist ein guter, zuverlässiger Kontakt, der am besten durch eine sichere Verschraubung gemäß nebenstehend abgebildeter Klemme erreicht wird. Darüber hinaus zeichnet sich dieselbe durch nachstehende wesentliche Vorzüge aus: Mit einer Klemme werden Rund- und Flachleiter, also Leitungseile und Sammelschienen, gleich zuverlässig geklemmt. Zur Bedienung aller Klemmen ist nur eine einzige abnehmbare Montagestange erforderlich, was eine vorteilhafte Beförderung zur Arbeitstelle ermöglicht. Die Klemme ist dank ihrer schwenkbaren Spindel, welche sich selbsttätig zur Richtung des Standortes einstellt, mit schräg gehaltener Montagestange bequem, sicher und gefahrlos festzuklemmen und zu lösen. Die großen Kontaktflächen der Klemmbacken bieten einen sicheren Kontakt und vermeiden selbst bei Dauerbetrieb jede Beschädigung der Leitung durch Funkenbildung und Schmorstellen. Die Klemme ist für alle Querschnitte von 10 bis 150 mm² verwendbar.

Abb. 3. Arcus-Stromabnehmerklemme und Erdungsgarnitur.

Die Firma Max Purrmann, Düsseldorf, hat eine Al-Cu-Klemme, die **Alukup-Glocken-Klemme** herausgebracht. Sie dient zur Herstellung von Verbindungen bzw. Abzweigungen, wobei die zusammenzuschaltenden Leiter aus verschiedenen Werkstoffen, Aluminium und Kupfer, bestehen. Bei dem Entwurf dieser Klemme ist nicht nur auf die möglichen Korrosionserscheinungen Rücksicht genommen worden, sondern auch auf eine dauernd gute Dichtung und Isolierung an der Stoßstelle der beiden Metalle.

Die **Erdungstange** der Firma Paul Kühnöl in Kanth ist besonders für Hochspannungsanlagen und Leitungen gedacht. Sie zeichnet sich bekanntlich durch eine besondere Einrichtung aus, die das Entfernen der oft sehr hohen Widerstand aufweisenden Oxydschicht auf den Leitern vor dem endgültigen Einhängen der Stange und damit einen guten Kontakt gewährleistet.

Ein weiterer Übelstand in Hochspannungs-Schaltanlagen ist die starke Staubablagerung, die sich sehr oft zu gefährlichen Ausmaßen auswächst. Eine Beseitigung ohne Abschaltung ist möglich durch das ebenfalls von Paul Kühnöl herausgebrachte **Staubsaugor-Aggregat für Hochspannungsanlagen,** dessen gute Einführung in den Elektrizitätswerkbetrieb ebenfalls zeigt, daß es sich um ein betriebsnotwendiges Gerät handelt.

Im Freileitungsbau hat sich der **Doppelfederring-Isolator** der Porzellanfabrik Joseph Schachtel AG., Sophienau i. Schles., sehr gut bewährt; ihn liefert die Firma seit langen Jahren für Netze bis zu den höchsten Spannungen neben den anderen von ihr hergestellten Isolatoren für Hoch- und Niederspannung. Durch stete Entwicklungsarbeit ist es der Porzellanfabrik Schachtel gelungen, den Doppelfederring-Isolator bei einfachstem Aufbau mechanisch und elektrisch hochwertig zu gestalten.

Die den Anforderungen des Betriebes entsprechende Durchbildung von Durchführungen hat neben der **Hescho-Mehrrohrdurchführung** für Hochspannungsanlagen und -geräte die Entwicklung der **Hescho-Einrohrdurchführungen** mit sich gebracht[1]), deren Eignung im Betrieb sich vollkommen erwiesen hat. Dies war nur dadurch möglich, daß die Hescho-Einrohrdurchführungen für Mittelspannungen nicht nur hinsichtlich ihrer Überschlagbedingungen bei Wechselspannung und Spannungsstoß, sondern auch hinsichtlich ihrer Bewährung bei Dauerbetrieb unter natürlichen Witterungsverhältnissen eingehend geprüft werden. Die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Ge-

[1]) ETZ 1933, S. 200.

Digitized by Google

sellschaft, Hermsdorf i. Thür., hat deshalb ihrem Versuchsfeld einen Dauerprüfstand angegliedert, Abb. 4, in dem eine größere Zahl von Einrohrdurchführungen dauernd unter Betriebspannung steht. Die Prüflinge werden hier in der gleichen Weise wie im praktischen Betrieb eingebaut, d. h. der Durchführungsbolzen liegt an Spannung, der Durchführungsflansch an Erde. Weiter werden Außenraum-Innenraum-Durchführungen den praktischen Verhältnissen entsprechend so eingebaut, daß ihr Außenraumteil ins Freie ragt und den Witterungseinflüssen ausgesetzt ist. Die Durchführungen werden in bestimmten Zeitabständen genauestens untersucht, wobei insbesondere auch Widerstands-, Verlustwinkel- und Rundfunkstörungs-Messungen vorgenommen werden.

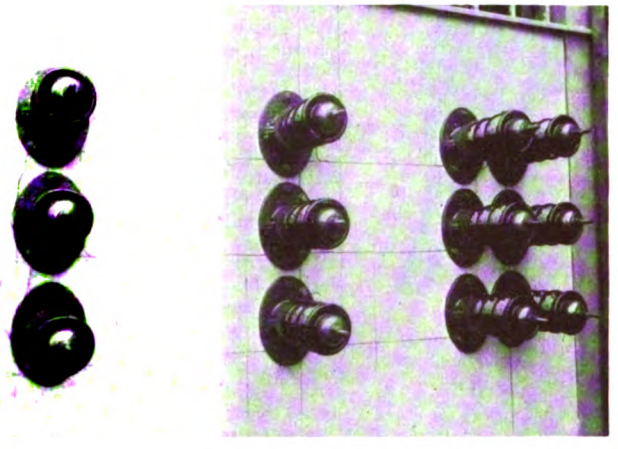


Abb. 4. Dauerprüfstand für Durchführungen.

Die auf dem Prüfstand gesammelten Erfahrungen stehen in vollem Einklang mit der im Betrieb festgestellten guten Bewährung dieser Bauart von Mittelspannungsdurchführungen.

Die **Kondensatordurchführungen aus Porzellan** von der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal sind seit längerer Zeit entwickelt worden[2]), um gegenüber der ölgefüllten Durchführung mit ihrer verhältnismäßig wenig befriedigenden Spannungsverteilung ein gut gesteuertes Gerät zu schaffen. Mehrrohrdurchführungen aus Porzellan mit gesteuerter Spannungsverteilung erreichen deshalb die jeweils geforderte Gleitfunkengrenze oder Überschlagspannung bereits bei sehr geringer Isolierhöhe. Als Isolierstoff wirkt nur das Porzellan selbst, während das Kittmaterial elektrisch völlig bedeutungslos ist.

Mit der kapazitiven Spannungsteilung durch die Durchführung selbst sind nun weitere, gewissermaßen schalttechnische Vorteile verbunden. Denn einmal ist es dadurch möglich, über die elektrischen Verhältnisse und Beanspruchungen der Durchführung rein rechnerisch einen klaren Überblick zu gewinnen, so daß der Konstrukteur in der Lage ist, das Material bis zur zulässigen Grenze seiner Belastbarkeit voll auszunutzen. Anderseits liegt in der Hintereinanderschaltung mehrerer Kondensatoren ein starker Faktor für erhöhte Betriebsicherheit. Es ist ein verständliches Streben in der neuzeitlichen Isoliertechnik, allgemein eine Isolation in mehrere, möglichst gleichartige Gruppen zu unterteilen. Das ist nicht nur billiger, weil es die Fabrikation einfacher und die Anwendungsmöglichkeit reichhaltiger macht, sondern es ist auch praktisch eben wegen der erhöhten Sicherheit, denn bei den Kondensator-Porzellandurchführungen ist ein einwandfreier Betrieb selbst dann noch möglich, wenn ein Einzelrohr durchgeschlagen sein sollte.

Außer der guten elektrischen Eigenschaft der keramischen Kondensatordurchführungen sind auch ihre Vorteile in mechanischer Hinsicht bemerkenswert. Die in der Abb. 5 gezeigte Durchführung stellt eine Außenraum-Öldurchführung für 60 kV Betriebspannung dar. Ihre Umbruchlast beträgt rd. 1000 kg. Die für Einbau in Ölschalter notwendige Widerstandsfähigkeit gegen axiale mechanische Stöße und Beanspruchungen besitzen Kondensatordurchführungen aus Porzellan in hohem Maße, weil den Abschluß der Belegränder im Innern der Durchführung eingegossene Metallringe bilden, die nicht nur elektrisch schädliche Randwirkungen der Belegungen unterdrücken, sondern auch einen mechanisch starken Zusammenhalt der Durchführung in axialer Richtung gewährleisten, zumal die Porzellanrohre an den Metallringstellen mit Rillen versehen sind. Die Bruchlast bei axialer Beanspruchung einer Kondensator-Porzellandurchführung liegt etwa bei 4000 kg.

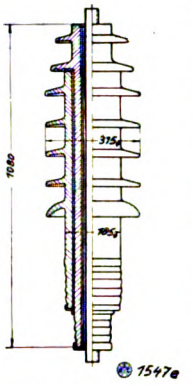


Abb. 5. Außenraum-Öldurchführung.

Auch in bezug auf die Öldichte befriedigt die Mehrrohrdurchführung vollkommen. Sie ist schon durch die bakelisierte Füllung zwischen den Rohren und die Bleiabschlußringe ziemlich öldicht. Außerdem aber sind an den unteren Enden der Rohre nochmals besondere Abdichtungen geschaffen. Sie bestehen aus einer Außenmanschette aus Hartpapier, die mittels Bleiglätte-Glyzerin-Kittes an den Rohrenden befestigt wird. Da Bleiglätteglyzerin in diesem Falle als Außenkittung verwendet wird, ist ein Zersprengen der Rohre durch die Treibwirkung der Kittung ausgeschlossen.

Zum Abschluß von Mehrleiter-Gürtelkabeln ist man in letzter Zeit auf die Verwendung von Klein-Endverschlüssen gekommen. Der von der Rheinischen Draht- und Kabelwerke G. m. b. H., Köln-Riehl (Brown-Boveri-Gruppe) entwickelte **Zwergendverschluß** für Gürtelkabel, d. h. für Kabel mit einem alle Adern gemeinsam umschließenden Bleimantel ist, um eine möglichst hohe elektrische Sicherheit zu erreichen, nur aus Isolierstoffen hergestellt. Lediglich ein kurzer Stutzen am unteren Ende des Endverschlusses besteht aus verzinntem

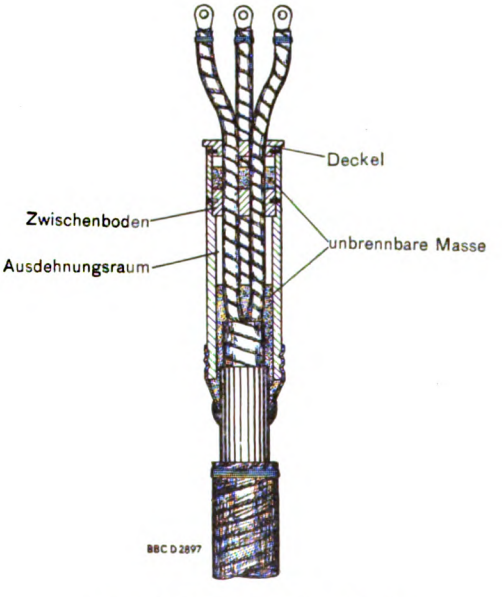


Abb. 6. Zwergendverschluß (Schnitt).

Kupferblech, um eine einwandfreie Verbindung mit dem Bleimantel des Kabels zu erhalten. Zum Aufbau des Isolierstoff-Endverschlusses, der wegen seiner geringen Abmessungen auch Zwergendverschluß genannt wird, ist nur schwer oder gar nicht brennbares Material verwendet, das vor allem nicht qualmt. Die nur in ganz geringer Menge benutzte Ausgußmasse ist ebenfalls unbrennbar. Um das sehr unangenehme Bluten, d. h. das Austreten von Masse bei höheren Temperaturen, zu verhindern, ist der Endverschluß mit einem Ausdehnungsraum ausgestattet. Abb. 6 zeigt einen derartigen Endverschluß im Schnitt.

Die neue Endverschlußtype ist, bevor sie auf den Markt gebracht wurde, sehr scharfen Prüfungen unterworfen worden. Es wurden Dauer-Strombelastungsversuche angestellt, die so weit durchgeführt wurden, daß

[2]) K. Draeger, ETZ 1931, S. 769.

Digitized by Google

an den Kabelbleimänteln Temperaturen von 45 bis 64 °C meßbar waren. Trotzdem konnte an keiner Stelle ein Austreten von Masse festgestellt werden. Ferner wurden Dauerversuche mit erhöhten Prüfspannungen vorgenommen, u. a. an Isolierstoff-Endverschlüssen, die auf 6 kV-Gürtelkabel montiert waren. Spannungen von 21 bis 42 kV verkettet wurden längere Zeit, solche von 30 kV verkettet mehrere Stunden lang anstandslos ausgehalten. Bei weiterer Steigerung der Spannung erfolgte bei 64 kV Überschlag zwischen den Kabelschuhen, die den vom VDE für 10 kV Betriebspannung vorgeschriebenen Abstand für blanke Teile hatten.

Außerdem wurden an derartigen Endverschlüssen, die auf Kabel 6 kV Betriebspannung, $3 \cdot 95\ mm^2$ Querschnitt, montiert waren, Kurzschlußversuche vorgenommen; dabei wurden nacheinander etwa 40 000, 60 000 und 80 000 A Stoßkurzschlußstrom eingeschaltet und nach 1 s abgeschaltet. Bei diesen Versuchen wurden gleichzeitig verschiedene leichte und schwere Kabelschuhausführungen untersucht. Bei 60 000 A schmolz einer der leichten Kabelschuhe ab und die betreffende Ader, die ihres Haltes beraubt war, wurde so stark zur Seite geschleudert, daß ihre Isolation an der Stelle, wo die Ader aus dem Endverschluß austritt, durchbrach. Ein anderes Kabelstück, das mit verstärkten Kabelschuhen (Konus-Klemmkabelschuhen) versehen war, wurde bis 80 000 A beansprucht. Diesen Stoß hielten die Kabelschuhe aus, ohne daß eine Veränderung eintrat. Die Adern wurden jedoch so stark auseinandergeschleudert, daß sie alle drei beim Austritt aus dem Kabelendverschluß in ihrer Isolation durchbrachen. An den Endverschlüssen selbst war jedoch keinerlei Beschädigung eingetreten. Infolge der in kurzen Zeitabständen angewendeten Stromstöße trat bei allen Stücken eine starke Erhitzung ein, und die Tränkmasse der Kabel wurde vollkommen dünnflüssig. Trotzdem konnte an den bewickelten Ausführungen der Adern an keiner Stelle auch nur das geringste Hindurchtreten von Tränkmasse festgestellt werden.

Für die Herstellung von Verbindungen bei Kabeln mit Aluminiumleitern werden von den Süddeutschen

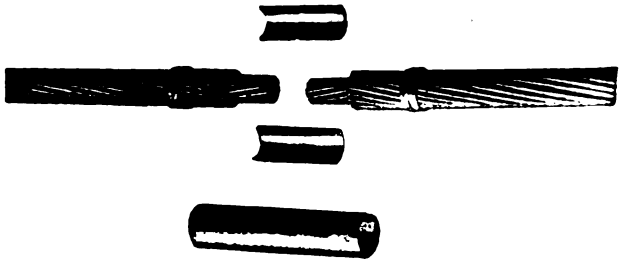


Abb. 7. Aluminiumverbinder der Süddeutschen Kabelwerke.

Kabelwerken, Mannheim-Neckarau, Aluminiumverbindungen gezeigt, die nach dem **Stoßverbinder-Verfahren**[3]) hergestellt werden. Ein rohrförmiges Verbindungstück wird durch einen Ziehprozeß so fest auf die zu verbindenden Leiterenden aufgepreßt, daß die fertige Verbindungstelle denselben Durchmesser hat wie die zu verbindenden Leiterseile. Die Zugfestigkeit der Verbindung läßt sich noch durch besondere Einlagen erhöhen, die an Stelle einer abgesetzten Drahtlage treten (Abb. 7). Die äußere Hülse kann aus einer besonderen Aluminiumlegierung oder auch aus Kupfer bestehen.

Bei den **kittlosen Endverschlüssen** werden, anstatt des üblichen Weges, die Metallteile auf den Porzellankörper mit einer Kittmasse zu befestigen, zur Befestigung der Metallteile geeignete Metallegierungen verwandt, da sich gezeigt hat, daß die bekannten Kitte bei der unvermeidlichen Berührung mit der Tränkmasse angegriffen werden. Die Abdichtung wird durch besondere Dichtungseinlagen bewirkt, die zwischen den eben abgeschliffenen Stirnflächen des Porzellankörpers und den mit einem Flansch versehenen oberen und unteren metallischen Abschlußstücken eingelegt werden. Man erhält auf diese Weise vollkommen dichte und witterungsbeständige Endverschlüsse (Abb. 8).

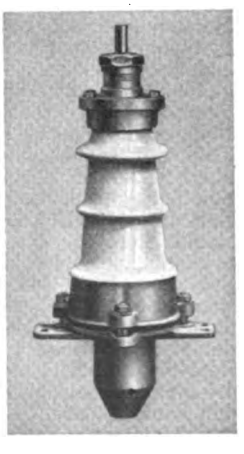


Abb. 8. Kabelendverschluß d. Süddeutsch. Kabelwerke.

[3]) DRP 388 871 und 593 930.

Mit Hilfe des bekannten **SO-Kabel-Prinzips**[4]) lassen sich auch bei Sektorkabeln besonders günstige Konstruktionen herstellen. Beim sogenannten T-SO-Kabel werden die Sektorleiter so ausgebildet, daß sich beim Verseilen des Kabels ein dreieckförmiger Querschnitt ergibt. Man erhält auf diese Weise besonders günstige Abkühlungsverhältnisse. Außerdem nähert sich der T-SO-Sektor viel mehr der Kreisform an als der bisher übliche Sektor. Dadurch wird die elektrische Beanspruchung des Isoliermaterials wesentlich günstiger. Dies ist besonders für höhere Spannungen von großer Wichtigkeit.

Bei der Befestigung von Niederspannungsgestängen auf Gebäuden haben sich oftmals Unzuträglichkeiten dadurch ergeben, daß die Dächer an solchen Stellen undicht

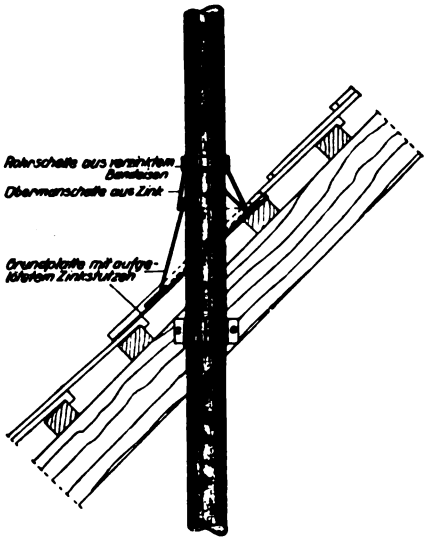


Abb. 9. Dachständer-Eindeckblech.

wurden. Die Blechwarenfabrik Robert Brückel, Lang-Göns in Hessen, die schon seit Jahren alle Bleche für den Freileitungsbau herstellt, hat ein **Dachständer-Eindeckblech** entwickelt, das diesem Mangel abhilft. Durch die Anordnung eines konischen, aufgelöteten Stutzens paßt es für jede beliebige Dachneigung. Damit beim eventuellen Aufspringen der Lötnaht keine Gefahr besteht, daß das Wasser in den Dachboden eindringt, ist eine beiderseitige Bördelung vorgesehen (Abb. 9).

Die Vereinigte Zünder- u. Kabelwerke A G., Meißen, zeigt in der Hauptsache Muster von **Kabeln** und **isolierten Leitungen.** Unter den Starkstromkabeln werden in erster Linie Sektorleiter-Konstruktionen, u. a. ein Sektorkabelmuster von $3 \cdot 400\ mm^2$ Querschnitt und ein Aluminiumkabel, ausgestellt, ferner eine Aluminiumkabelverbindung, bei der die Leiter autogen geschweißt wurden.

Aus der Gruppe von Schwachstrom-Kabelmustern sind die Sonderausführungen für die Reichspost erwähnenswert, bei denen es sich um sogenannte Fernleitungskabel handelt. Diese sind in Abweichung von dem im Vertrag vorgesehenen regelmäßigen Aufbau den jeweiligen besonderen Bedürfnissen dadurch angepaßt, daß verschiedene Leiterdurchmesser in einem Kabel zusammengefaßt worden sind. Eine geschichtlich interessante Tafel mit Mustern von zahlreichen isolierten Leitungen und einigen Starkstromkabeln, darunter auch konzentrischen Kabeln, ist auf dem Stande der Vereinigten Zünder- und Kabelwerke zu sehen. Diese Tafel wurde mit demselben Inhalt auf der Frankfurter Ausstellung 1891 gezeigt, jener Ausstellung auf der durch Oskar von Miller die bekannte erste Drehstrom-Kraftübertragung von Lauffen nach Frankfurt durchgeführt wurde.

[4]) DRP 461 765.

Digitized by Google

Werkstatt und Baustoffe.

Auf diesem Gebiet zeigt auch dieses Jahr die Messe eine Reihe wertvoller Neuerungen und altbewährter, durch jahrelangen Gebrauch in der Herstellung immer weiter vervollkommneter Gegenstände. So weist die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft AG. auf einige neue Elektrowerkzeuge hin, wie z. B. den **„Fäustling"**. Es handelt sich hierbei um ein Kleinst-Elektrowerkzeug mit einem Mindestmaß an Gewicht und Größe und einem Höchstmaß an Leistung. Das Werkzeug ist von schlanker, zylindrischer Formgebung und kann daher bequem und griffig mit einer Hand gefaßt werden. Trotz seiner Kleinheit besitzt der „Fäustling" alle Merkmale eines Präzisions-Elektrowerkzeuges. Der Schalter ist nicht in der Zuleitung, sondern in der Maschine selbst handlich untergebracht. Niedriger Anschaffungspreis und geringe Betriebskosten, vermehrte Anschlußmöglichkeit durch den eingebauten Universalmotor an Netze verschiedener Stromarten sowie leichte Unterbringungsmöglichkeit und damit stete Betriebsbereitschaft sind die Vorteile dieses Elektrowerkzeuges.

Als Handbohrmaschine bohrt der „Fäustling" Löcher bis zu 3,5 mm in Stahl von 50 kg/mm² Festigkeit. Bei Verwendung von Widia-Bohrern können auch Glas und keramische Werkstoffe bearbeitet werden. In ein kleines Bohrstativ gespannt, wird der „Fäustling" auch als Tischbohrmaschine besonders in der Feinmechanik benutzt (Abb. 1). Auch für die verschiedensten Arbeiten, wie Fräsen, Bürsten, Raspeln, Polieren, Schleifen, Entrosten, Verputzen und Entgraten, bedient man sich mit Erfolg des „Fäustlings". Werkstoffe wie Holz, Weichblei, Aluminium, Marmor, Bakelit, Eisen und Stahl, Gußeisen, Bronze usw. können bearbeitet werden. Besonders geeignet ist der „Fäustling" zum Nachfräsen von Gesenken, Matrizen, Kokillen und Formen aller Art. Aber auch Holzmodelle können nachgeschafft und abgeschliffen, ferner mit geeigneten Ölnutenfräsern Ölnuten in Lagerschalen usw. eingearbeitet werden (Abb. 2). So ist der „Fäustling" das Kleinst-Elektrowerkzeug für alle Arbeiten und Werkstoffe.

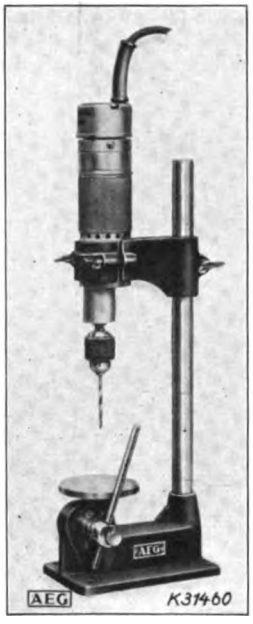


Abb. 1. Das Elektrowerkzeug „Fäustling" als Tischbohrmaschine.

Die **AEG-Poliermaschinen** zeichnen sich durch besonders günstige Lagerung der Schleifwellen aus, wodurch ein sehr genaues Fluchten erreicht wird. Zu den Maschinen

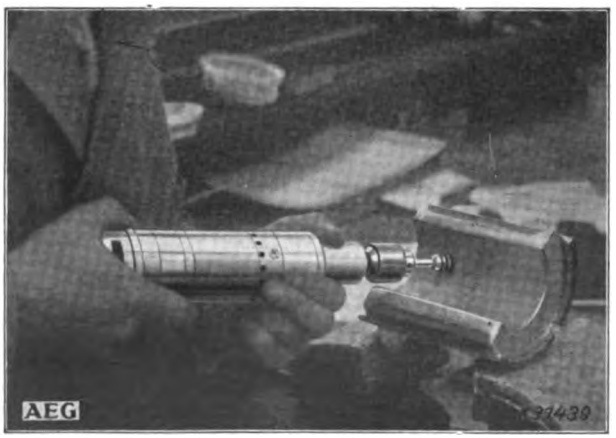


Abb. 2. Fräsen von Ölnuten mit dem „Fäustling".

können Gußsäulen in halbhoher und hoher Ausführung geliefert werden, von denen sich die halbhohe Säule für Arbeiten, die in sitzender Stellung ausgeführt werden, besonders eignet.

Für die **AEG-Werkzoug-Schleifmaschinen** (Abb. 3) steht als neueste Ausstattung ein dreistufiger Vorgelegeantrieb zum Betrieb einer biegsamen Welle zur Verfügung. Durch seitliches Verschieben des Vorgelegeblocks auf der Vorlagewelle lassen sich zwei weitere, also insgesamt fünf

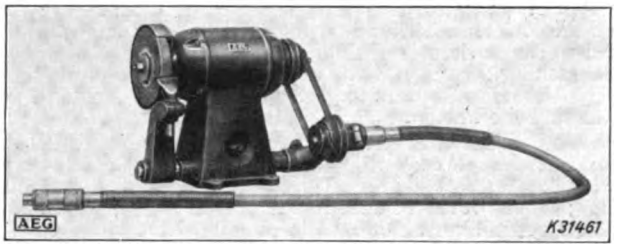


Abb. 3. Werkzeug-Schleifmaschine mit Vorgelege und biegsamer Welle

Drehzahlen erreichen. Diese neue Einrichtung schafft eine weitere Verwendungsmöglichkeit der normalen Werkzeug-Schleifmaschinen und spart die Anschaffung eines besonderen Antriebsmotors für den Betrieb einer biegsamen Welle. Die bei den Poliermaschinen erwähnten gußeisernen Säulen lassen sich auch für die Werkzeug-Schleifmaschinen verwenden.

Für die Werkstatt und den Haushalt zeigt die Firma E. Zwietusch & Co., Berlin-Charlottenburg, ihre seit 25 Jahre bewährten **elektrischen Lötkolben.** Von stabiler Bauart und doch handlicher Form ist der mit stoß- und bruchfestem Heizkörper ausgerüstete Industrielötkolben (Abb. 4). Der Mantel des Lötkolbens kann zum

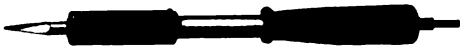


Abb. 4. Industrielötkolben, 100 W.

Schutz gegen Berührungspannung geerdet werden. Zu diesem Zweck wird der Lötkolben mit dreiadriger Anschlußschnur und dreipoligem Stecker geliefert. Dieser Lötkolben kann durch leichtes Auswechseln des Heizkörpers auch für Sonderspannungen (125, 145 und 240 V) benutzt werden. Die übrigen von der Firma hergestellten Lötkolben sowie die Lötgeräte für Bastler und Hausgebrauch seien in diesem Zusammenhange noch erwähnt.

Auf die von ihr hergestellten **Lötmittel** wie Fludor, Flusol und Fludinol weist die Gesellschaft m. b. H. Claßen & Co., Berlin-Niederschönhausen, hin. Diese Mittel enthalten in der Hauptsache organische Stoffe und keinerlei gesundheitsschädliche Säuren (wie Salzsäure). Sie besitzen die Eigenschaft, die Oberfläche der Lötstelle zu reinigen und von Oxyden zu befreien, und bewirken dadurch eine schnelle und sichere Verbindung des Lötmetalles mit dem zu lötenden Gegenstand, ohne daß — wie bei Verwendung von Salzsäure — die Gefahr besteht, daß die Lötstellen später zerstört werden.

Für die Werkstatt haben die Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin-Siemensstadt, Elektrowärmegeräte herausgebracht. Die für die Vergütung von Leichtmetallen und für das Anlassen von Stählen in Frage kommenden Temperaturbereiche sind meist sehr eng begrenzt, es kommt deshalb in diesen Fällen vor allen Dingen darauf an, daß die Werkstoffe in allen ihren Teilen ganz gleichmäßig erwärmt und genau auf die erforderliche Temperatur gebracht werden. Hierfür eignen sich besonders die elektrisch beheizten **Schacht- und Kammeröfen mit Luftumwälzung.** Bei diesen wird die Wärme durch einen im Kreislauf durch das Einsatzgut getriebenen heißen Luftstrom ganz gleichmäßig durch Konvektion auf das Gut übertragen. Der in Abb. 5 im Längsschnitt gezeigte, gut wärmeisolierte Ofen eignet sich besonders zur Behandlung von schweren und sperrigen Stücken. Eine mit Gegengewicht versehene, ebenfalls wärmeisolierte Zugtür verschließt den Ofenraum. In diesem befindet sich der Einsatzkasten für das Glühgut, der vorn offen ist und in dessen Rückwand ein Siemens-Betz-Schraubenlüfter angeordnet ist. Dieser saugt nun die im Ofen befindliche Luft im ständigen Kreislauf durch den Einsatzkasten, in dem das Glühgut gestapelt ist, und treibt sie dann durch den Ringraum zwischen Einsatzkasten und Ofenwand wieder zur Eingangsöffnung des Kastens. Durch die in dem Ringraum befindlichen Heiz-

Digitized by Google

wicklungen wird die vorbeiströmende Luft und damit der ganze Heizraum auf Temperaturen bis zu etwa 650 °C erhitzt. Infolge der hohen Luftgeschwindigkeit geben die Heizspiralen die Wärme gut ab, so daß der Temperaturunterschied zwischen Heizwicklung und Umluft gering ist. Infolgedessen ist eine Überhitzung oder ungleichmäßige Erwärmung des Einsatzkastens nicht möglich, und jede zu starke Erwärmung des Glühgutes wird ver-

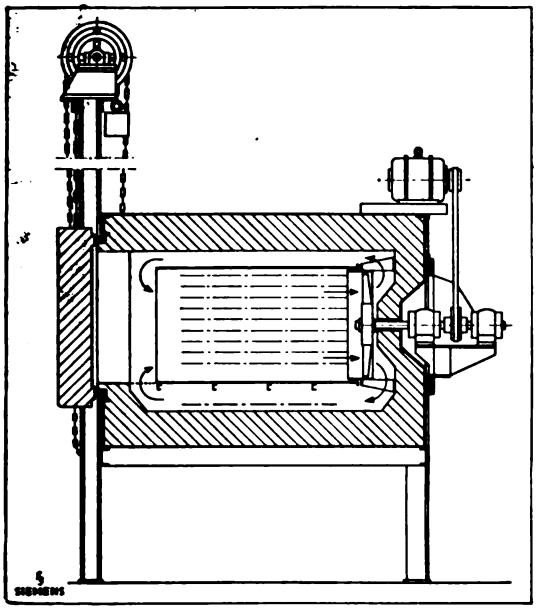


Abb. 5. Glühofen mit Luftumwälzung.

mieden. Der erwärmte Luftstrom bringt das Einsatzgut ganz gleichmäßig und in allen Teilen in kurzer Zeit auf die gewünschte Anlaß- oder Vergütungstemperatur. Die Wärmeübertragung auf das Einsatzgut wird gegenüber Öfen ohne Luftumwälzung wesentlich erhöht, die Anheizzeit verkürzt und der Ofendurchsatz erheblich gesteigert. — Die Temperatur des Ofens wird selbsttätig durch einen S & H-Fallbügelregler konstant gehalten und mit großer Genauigkeit auf die erforderliche Höhe eingestellt.

Die Firma Froitzheim & Rudert, Berlin-Weißensee, führt auf der Messe **Schnellflechtmaschinen** vor. Die Maschinen zeichnen sich durch einfache Handhabung, große Spulen, geringen Kraftbedarf und ein ständig gleichbleibendes, schönes Geflecht aus (Abb. 6).

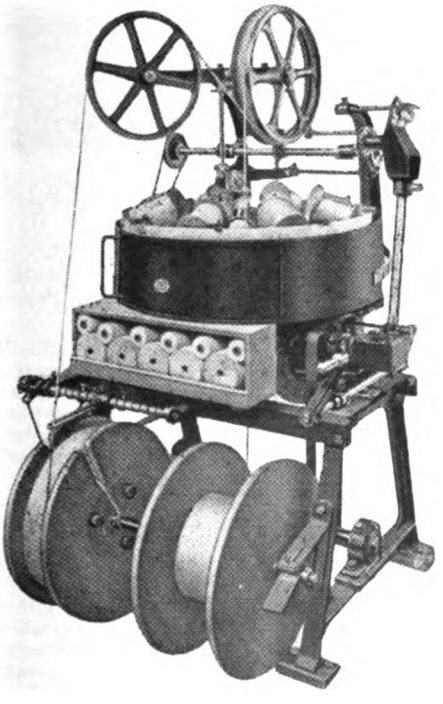


Abb. 6. Schnellflechtmaschine.

Auch das Umspinnen von Hochfrequenzlitzen mit Papierband sowie die Umspinnung feinster Drähte mit Baumwolle wird gezeigt. Bei diesen Maschinen werden die Spinner zwangläufig angetrieben. Es handelt sich hierbei um neuartige Konstruktionen, da jeder einzelne Kopf durch einen Handhebel beim Ausrücken der Maschine aus der Maschine herausgezogen werden kann und dadurch eine ganz bedeutend vereinfachte Bedienung der Maschine ermöglicht wird. Eine ganze Reihe anderer Maschinen, wie Spulenwickelautomaten für kreuzgewickelte Spulen, Transformator- und Drosselspulen u. dgl., eine Ringwickelmaschine, welche geschlossene Ringe mit Draht bewickelt, eine Ankerwickelmaschine mit stillstehendem Anker und eine Kondensatorwickelmaschine werden vorgeführt.

Die Draht- und Kabelwerke dürfte besonders das neue **geeichte Draht- und Kabelmeßwerk** interessieren, da ab 1. VII. d. J. nur noch geeichte Metermeßwerke benutzt werden dürfen (Abb. 7).

Abb. 7. Geeichtes Draht- und Kabelmeßwerk.

Für das Bewickeln von **Holzelementen** werden ebenfalls zwei neue Maschinen gezeigt, durch welche das Bewickeln von Glimmerstreifen mit Heizdrähten außerordentlich vereinfacht und wirtschaftlich gestaltet wird.

Auf die Stetigkeit in der Entwicklung ihrer **Schnellflechtmaschinen** weist die Firma Guido Horn, Berlin-Weißensee, hin. So zeigt sie mit vollem Bewußtsein auch auf der Messe viele Jahre lang die gleichen Maschinen, die nach gründlicher Vorarbeit und jahrelanger Erprobung ihre kräftige Grundform erhalten haben. Dabei werden laufend kleine Vervollkommnungen angebracht, um die Bedienung der Maschinen immer mehr zu vereinfachen und ihre Betriebsicherheit zu erhöhen. So wurden alle Teile an den Spulenträgern, an welchen sich früher im Laufe der Jahre im Dauerbetrieb Abnutzungen bemerkbar machten, vervollkommnet.

Für den Installateur hat Gustav Schortmann & Sohn, Leipzig, ein **Universal-Prüfgerät** entwickelt. Das Prüfgerät dient einer Reihe von Einzelaufgaben, als Spannungsucher, Erdschlußprüfer u. dgl., und ist mit bruchsicherem Gehäuse aus Isolierpreßstoff ausgeführt. An der oberen Seite befindet sich eine Lederlasche zum Aufhängen an einen Knopf des Mantels oder der Jacke. An der Vorderseite ist eine Glühbirne angebracht, welche durch eine im Innern des Gerätes befindliche Taschenlampenbatterie gespeist wird. Der Lichtkegel der Glüh-

Digitized by Google

birne fällt schräg nach oben, damit die Zählertafeln bzw. Anschlußsicherungen, welche meist in Kopfhöhe angebracht sind, voll beleuchtet werden. Oben auf der Prüflampe befindet sich ein Fenster, durch welches der Prüfende die Ergebnisse an der im Innern des Gerätes befindlichen Glimmlampe ablesen kann. An der Vorderseite befinden sich weiter vier Einsteckbuchsen, welche zur Aufnahme der Einzelstecker der Prüfschnüre dienen. Bei der Konstruktion ist besonderer Wert auf große Handlichkeit gelegt worden, ferner darauf, daß keine losen Verbindungen im Innern des Gerätes vorhanden sind. Es ist also ausgeschlossen, daß Wackelkontakte entstehen können. Dadurch ist die Betriebsicherheit in jeder Weise gewährleistet.

Für die Metallveredelung haben die Langbein-Pfanhauser-Werke AG., Leipzig, eine Reihe neuer Apparate entwickelt, die sie auf der diesjährigen Messe ausstellen. Mit Rücksicht auf die wachsende Bedeutung des Aluminiums als Werkstoff verdient das **LPW-Eloxal-Verfahren,** ein Aluminium-Oberflächen-Veredelungsverfahren, gerade jetzt in der metallverarbeitenden Industrie größtes Interesse. Das Eloxal-Verfahren bietet die Möglichkeit, Aluminium an der Oberfläche zu härten sowie korrosionsfest und temperaturfest zu machen. Für Vergleichmäßigung der Chromüberzüge wurde im vergangenen Jahre auch das Problem der Vollautomatisierung in der elektrolytischen Verchromung durch die **LPW-Verchromungs-Vollautomaten** einwandfrei gelöst. Ein Sondergebiet ist die Galvanisierung nichtmetallischer Körper, welche durch ein besonderes Verfahren stromleitend gemacht werden. Dieses Verfahren eignet sich zum Metallisieren von Holz, Kunstharz, Galalith, Hartgummi, Guttapercha, Glas usw. und hat auch besondere Bedeutung für den Apparatebau.

Die Hackethal-Draht- und Kabelwerke AG., Hannover, zeigen neben ihren gängigen Erzeugnissen von der Gummiaderleitung bis zum 130 kV-Höchstspannungskabel aus dem Gebiete des **Werkstoffes Aluminium** Gegenstände, die den Betriebsingenieur in Industrie und Stromversorgung besonders interessieren werden.

Da die Kenntnis der Herstellung von Geräten und Geräteteilen aus Preßmassen aus verschiedenen Gründen sehr wichtig ist, zeigt die Dr. F. Raschig G. m. b. H., Ludwigshafen a. Rh., neben ihren unter dem Namen **Resinol** bekannten, Füllmittel enthaltenden Massen auch die Verarbeitung von füllmittelfreien Preßmassen. Auf einer kleinen Versuchspresse wird die Verarbeitung von füllmittelfreiem „Edelpreßharz" Resinol, Reihe 600, vorgeführt. Dieser hochwertige Preßstoff zeichnet sich durch hohe Beständigkeit gegen Chemikalien, heißes und kaltes Wasser und die verschiedensten Lösungsmittel und wertvolle elektrische Eigenschaften bei bester Beständigkeit gegen Feuchtigkeit aus. Für die mechanischen Eigenschaften ergeben sich im einzelnen folgende Werte:

Biegefestigkeit: 650/850 kg/cm²,
Schlagbiegefestigkeit: 4 ··· 6 cmkg/cm²,
Wärmefestigkeit: etwa 140 Martensgrade,
Glutsicherheit: Gütegrad 3.

Am Normalprüfstab nach VDE gemessen ergab sich nach 24stündiger Wässerung des Preßstückes mit oder ohne Abschleifen der Oberfläche ein Oberflächenwiderstand von über 1 000 000 MΩ.

Auf eine für die elektrotechnische und die chemische Industrie außerordentlich wichtige Neuerung weist die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft, Hermsdorf i. Thür., hin, das **Verschmelzen von Glas und keramischen Werkstoffen.** Entgegen den bisherigen Anschauungen besteht die wichtigste Vorbedingung für eine temperaturwechselbeständige, gas- und flüssigkeitsdichte Verschmelzung von Glas mit keramischen Werkstoffen darin, daß das betreffende Glas innerhalb des Verwendungsbereiches eine geringere Wärmeausdehnung als der keramische Werkstoff besitzt[1]). Nach eingehenden Versuchen der Hescho, die zu diesem Ergebnis geführt haben, lassen sich bei Einhalten der vorgenannten Bedingung keramische Werkstoffe mit Ausdehnungszahlen unter $2{,}5 \cdot 10^{-6}$ bis herauf zu $9 \cdot 10^{-6}$ einwandfrei mit entsprechenden Gläsern verschmelzen. Die Verschmelzung selbst kann man mittels der Gebläseflamme oder, wodurch das Verwendungsgebiet außerordentlich erweitert wird, auf elektrischem Wege vornehmen.

Als Anwendungsbeispiel für das letztgenannte Verfahren zeigt Abb. 8 zwei keramische Rohre, die mit einem über ihre Stoßstolle geschobenen Glasrohr gas- und flüssigkeitsdicht verschmolzen sind. Bei Rohren, die derart zusammengebaut sind, entfallen also die im praktischen Betrieb nur schwer dicht zu haltenden Flansch- oder Muffenverbindungen. Infolgedessen ist die dargestellte Verbindungsmöglichkeit namentlich für die chemische Industrie sehr wertvoll, zumal auch keramische Leitungen, Stutzen, Hähne usw. in der gleichen Weise an keramische Gefäße angeschlossen werden können. Auch

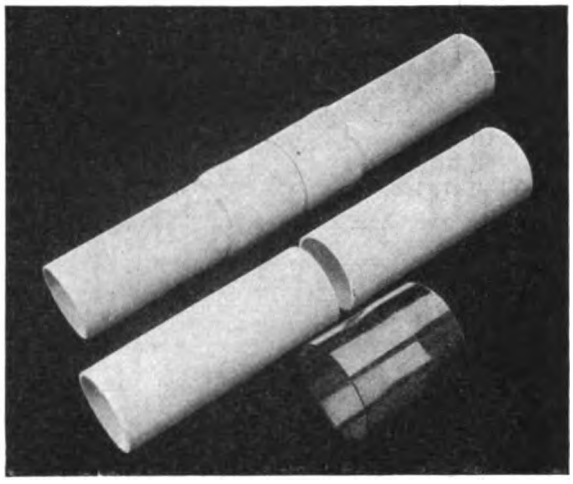


Abb. 8. Mit Glas elektrisch verschmolzene keramische Rohre vor und nach der Verschmelzung.

kann man nach diesem Verfahren in keramische Behälter oder Durchführungen Glasfenster einschmelzen und so ein leichtes Erkennen z. B. des Wasser- oder Ölstandes ermöglichen.

Für die Verwendung in der Elektrotechnik ist es sehr wichtig, daß man mit Glas als Zwischenmittel nunmehr auch Stromleiter haltbar und gasdicht in keramische Gefäße einschmelzen kann. So wird es z. B. bei dem in Abb. 9 dargestellten Quecksilberschalter hierdurch er-

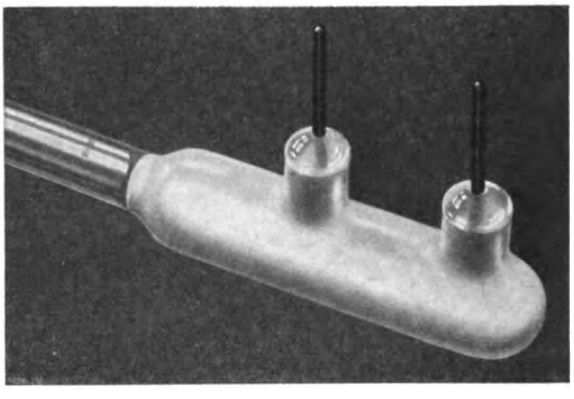


Abb. 9. Quecksilber-Schaltröhrchen aus Porzellan mit eingeschmolzenen massiven Metalldurchführungen.

möglicht, statt eines Schaltröhrchens aus Glas ein solches aus Porzellan zu verwenden, das eine bedeutend höhere Widerstandsfähigkeit gegen den beim Schalten auftretenden Lichtbogen besitzt.

Als besonders bemerkenswertes Ergebnis haben die eingangs erwähnten Untersuchungen, worauf abschließend noch kurz eingegangen sei, eine grundsätzlich neuartige Ausbildung gasdichter metallischer Einführungen in keramische Gefäße, die sogenannten **„Metallhaut"-Einführungen**[2]), gezeitigt. Bei diesen Einführungen wird auf ein die mechanischen Beanspruchungen aufnehmendes Stäbchen aus keramischem Werkstoff als Stromleiter ein dünner Belag aus Edelmetall aufgeschmolzen. Infolgedessen ist der Belag mit dem Stäbchen zwar unlöslich, aber doch so elastisch verbunden, daß er sich bei Temperaturänderungen dem keramischen Werkstoff völlig anpaßt. Anderseits ist wegen der guten Abkühlungsverhältnisse die elektrische Belastbarkeit einer derartigen dünnen Metallhaut sehr hoch und insbesondere bei Hochfrequenz sehr günstig. Beispielsweise vermag eine

[1]) H. Handrek, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 494 (1934).

[2]) DRP. angemeldet.

Digitized by Google

Metallhaut-Einführung von 5 mm Dmr., 30 mm Gesamt- und 10 mm Einschmelzlänge ohne merkliche Erwärmung dauernd einen Strom von 10 A zu führen.

Das Einschmelzen dieser Metallhaut-Einführungen erfolgt, da die dünne Metallhaut keinerlei spezifische Wirkungen ausübt, mit Hilfe eines Glasflusses, der entsprechend der vorerwähnten Hauptbedingung dem keramischen Träger angepaßt ist. Die Metallhaut wird hierbei weder beschädigt noch in ihrer Leitfähigkeit beeinträchtigt. Im übrigen wird das Einschmelzen am besten elektrisch vorgenommen, wobei sich, Abb. 10, beliebig viele

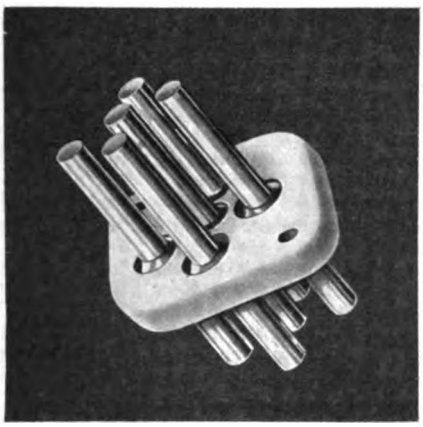


Abb. 10. Calitplatte mit 5 gleichzeitig elektrisch eingeschmolzenen Metallhaut-Durchführungen.

Einführungen gleichzeitig einschmelzen lassen, so daß das Verfahren sehr wirtschaftlich und auch da verwendbar ist, wo man bisher zu Behelfsmaßnahmen greifen mußte.

Auch die Steatit-Magnesia Aktiengesellschaft hat auf dem Gebiete des **Zusammenschmelzens von keramischen Magnesiumsilikat-Erzeugnissen mit Glas** erfolgreiche Arbeit geleistet. Die Verhältnisse liegen infolge des hohen Ausdehnungskoeffizienten der Magnesiumsilikatstoffe wesentlich anders als beim Porzellan. Die Ausdehnungskoeffizienten der zu dieser Gruppe gehörigen Steatitmassen liegen im Bereich $7 \cdots 10 \cdot 10^{-6}$, also rund doppelt so hoch wie die des Hartporzellans. Bereits kleine Abweichungen in der Zusammensetzung eines Steatits vermögen sowohl den absoluten Betrag des Ausdehnungskoeffizienten als auch die besondere Gestalt der Ausdehnungskurve zu beeinflussen. Daraus ergibt sich für den Keramiker die Möglichkeit, unter Beibehaltung der allgemeinen Eigenschaften dieser Stoffgruppe das Ausdehnungsverhalten demjenigen bestimmter für die Verschmelzung erwünschter Gläser anzupassen. Als ein wichtiges Teilergebnis im Rahmen dieser Arbeiten gelang während des vergangenen Jahres der Steatit-Magnesia Aktiengesellschaft die spannungsfreie **Vorschmelzung eines Steatits mit Bleiglas,** sogenanntem Einschmelzglas. Der keramische Stoff, der dem normalen Steatit nahe verwandt ist, trägt die Bezeichnung Steatit T 2. Das Bleiglas erlaubt bekanntlich einen bequemen Übergang auf andere, beispielsweise normale Thüringer Gläser. Abb. 11 zeigt eine Anzahl von Zusammenschmelzkörpern, die für Versuchszwecke hergestellt wurden. Ein wichtiges Versuchstück stellt der abgebildete Flansch dar, da dieser infolge der Höhe der Glasauftragung besonders heikel herzustellen und sprungfrei zu erhalten ist. Der Durchmesser des Flansches beträgt 35 mm. Sämtliche abgebildete Stücke wurden nach Glasbläsertechnik in der freien Flamme hergestellt.

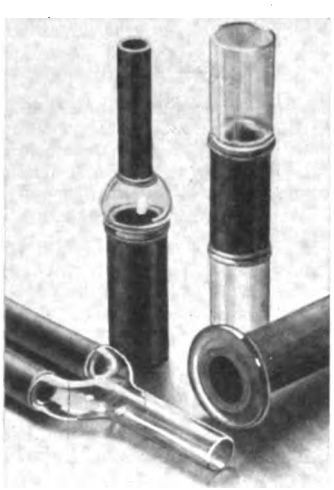


Abb. 11. Verschmelzungen von Steatit mit Bleiglas.

Installation in Haushalt und Gewerbe.

Auf dem Gebiet der Installationstechnik haben die erzeugenden Firmen neben den alten bewährten Konstruktionen vielfach auch Neuheiten auf den Markt gebracht. So zeigt die Pötter & Schütze G. m. b. H., Essen-Rellinghausen, eine neuartige **Hausanschlußsicherung** mit Abnehmeranschluß. Wie aus Abb. 1 erkenntlich ist, sind in dem Gehäuse zwei getrennte Stromkreise für Kraft und Licht mit getrenntem Abgang über den Abnehmeranschluß untergebracht. Diese Garnitur erfüllt also die Aufgabe der bisher verwendeten Hausanschlußsicherung und des Verteilungssystems in Licht- und Kraftstrom hinter der Hausanschlußsicherung. In erster Linie wird diese Garnitur, die für 25 und 60 A Höchstbelastung hergestellt wird, für die Installation von Einfamilienhäusern in Frage kommen. Sie bietet den Stromverteilungsgesellschaften den Vorteil, daß sie nunmehr bei Einfamilienhäusern auf wirtschaftlichere Weise eine genaue Kontrolle über die zulässigen Belastungsverhältnisse in den Licht- und Kraftstromkreisen haben.

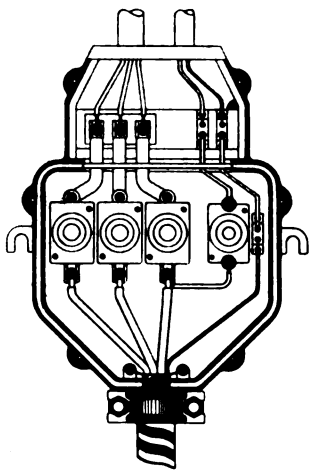


Abb. 1. Hausanschlußsicherung mit Verteilungskasten.

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, zeigt auf der diesjährigen Frühjahrsmesse die vor etwa einem Jahre erstmalig herausgebrachte neue Bauform U ihrer **gekapselten Schaltanlagen.** Die günstigen Erfahrungen, die in 30 Jahren mit den gekapselten Schaltanlagen der Bauform N gemacht wurden, sind bei der Bildung der neuen Bauform U angewendet worden (Abb. 2). Sie ist zunächst für Stromstärken bis 400 A je Abzweig verwendbar. Da diese Bauform nur

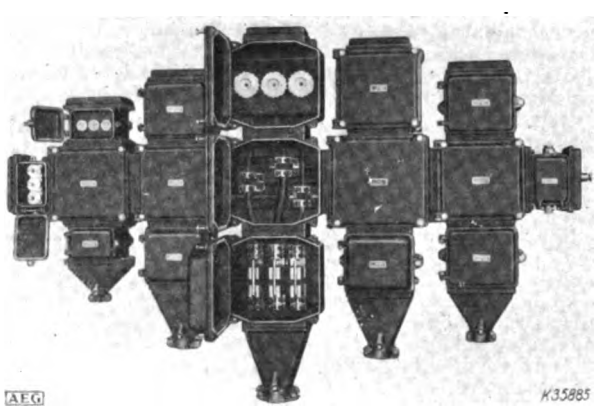


Abb. 2. Gekapselte Schaltanlage der neuen Bauform U der AEG.

5 Größen von Gußgehäusen besitzt, die noch dazu alle die gleiche Flanschgröße haben, ist nicht nur einfachste Lagerhaltung gewährleistet, sondern es wurde auch leichtestes Erweitern bzw. Umbauen bestehender Anlagen erzielt. Da auch die Einsätze für die gleiche Kastengröße auswechselbar sind, ist es möglich, bei einem sehr geringen Lagerbestand von Einzelteilen doch stets Anlagen der verschiedensten Art schnell zusammenzubauen. Die Verbindungen zwischen den Geräten bzw. zwischen den Klemmenkasten erfolgt nicht wie bei der Bauform N durch feste Sammelschienen, sondern wahlweise bei der Lieferung ab Fabrik oder auf der Baustelle durch Rundkupfer oder NGA-Leistungsverbindungen, wobei auf der Baustelle Kabelabfälle Verwendung finden können. Es sei noch darauf hingewiesen, daß bestehende Anlagen der Bauform N mit Geräten der neuen Bauform U zu erweitern sind bzw. daß in Anlagen der Bauform U Geräte der Bauform N eingebaut werden können. Letzteres

Digitized by Google

geschieht insbesondere bei Verteilungen für Kraftanlagen, in denen die bewährten fernbetätigten Motorschutzölschalter Form MSBO Verwendung finden sollen.

Für die zu einer elektrischen Anlage gehörenden Sicherungsträger, Schaltorgane und Instrumente hat die AEG an Stelle der früher allgemein verwendeten Marmor- oder Schieferplatten die **Faltverteilungen** geschaffen (Abb. 3). Alle Verteilungs-, Zu- und Ableitungen, Null-

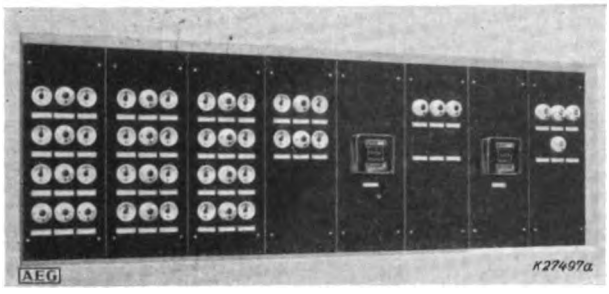


Abb. 3. Fabrikfertige Leistungstafeln (Faltverteilungen).

und Sammelschienen sind vorderseitig verlegt, so daß nach Abnahme der Abdeckung sofort eine vollkommene und klare Übersicht über alle Anschlüsse und Leitungswege möglich ist. Die vorderseitige Befestigung aller Einbauapparate gestattet vor allem die leichte Austausch- und Ersatzmöglichkeit, ohne dabei die Tafel von der Wand nehmen oder die Verteilung außer Betrieb setzen zu müssen. Lediglich durch Abnahme der Abdeckung, die bei den Normalkonstruktionen ohne vorheriges Lösen der Sicherungschraubringe, der Schalterknebel und dergleichen leicht möglich ist, liegen die Apparate und deren Anschlüsse frei. Die staubdichte Kapselung der eingebauten Apparate erleichtert wesentlich die Sauberhaltung, schließt aber auch jede Bruchgefahr aus. In rauheren Betrieben werden jedoch besser **gußgekapselte Verteilungskasten** installiert. Die neuzeitlichen Faltverteilungen werden sowohl für die Montage auf Putz, wobei die geringe Höhe der neuen Verteilungen beachtenswert ist, als auch zur Montage in Wandnischen ausgeführt, die durch besondere Türen nach außen abgeschlossen werden können. Durch Verwendung von **Elfa-Automaten,** insbesondere den leicht auswechselbaren und evtl. Belastungsänderungen anzupassenden Elfa-Steckautomaten werden vollselbsttätige Verteilungsanlagen geschaffen, deren wichtigstes Merkmal die stete Betriebsbereitschaft ist.

Der in Abb. 4 gezeigte isoliertgekapselte **Lichtverteilungskasten** der F. Klöckner A G., Köln-Bayenthal, ist auch für Einbauautomaten zu verwenden. Nach Abnahme der Abdeckhauben — die Geräte können auch ohne diese besonderen Hauben verwendet werden — können die Automaten durch Druckknöpfe wieder eingelegt werden.

Dort, wo die Platzfrage eine besondere Rolle spielt und ein Meßgerät auf der Verteilungstafel keinen Platz mehr haben würde, ist der Meßstöpselkopf **„Ökonom"**, ein von der Firma Ludwig Richter, Görlitz, geschaffenes Amperemeter, besonders geeignet. Er ist als Stöpselkopf für das zweiteilige D-Sicherungssystem ausgebildet und wird genau wie dieser in das Sicherungselement unter Verwendung von Paßschraube und Patrone eingesetzt. Das Amperemeter wird mit verschiedenen Meßbereichen bis 60 A hergestellt und kann für Drehstrom und für Gleichstrom verwendet werden.

Abb. 4. Isoliertgekapselter Lichtverteilungskasten.

Die von derselben Firma geschaffenen **LR-Motorschutzschalter** (Abb. 5) eignen sich nicht nur für Einzelmontage, sondern auch zum Anbau an Verteilungsanlagen und zur Montage auf Schalttafeln. Die Auslöseelemente für die Motorennennströme können im Verhältnis 1 : 2 verstellt werden. Die Kurzschlußauslösung wird durch eingebaute Maximalauslöser, die jeweils auf den drei- bis siebenfachen Nennstrom eingestellt werden können, erzielt. Die Aufbauteile sind so konstruiert, daß der Schalter unter Verwendung gleichartiger Teile mit Maximalstrom-, Temperatur- und Spannungsrückgangsauslösern oder je nach Bedarf und Verwendungszweck mit nur zwei oder einer Auslösungsart geliefert werden kann. Als zusätzliche Einrichtungen können noch Strommesser und Signalkontakte für zwei Wege eingebaut werden.

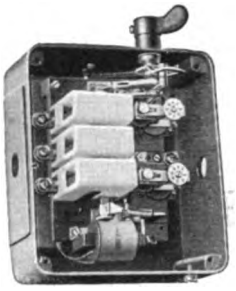


Abb. 5. Motorschutzschalter mit abgenommener Abdeckung.

Auch die von der gleichen Firma auf den Markt gebrachten **LR-Ölschütze,** die sich besonders für Anlagen eignen, in denen häufig geschaltet wird, können auf Schalt- oder Verteilungstafeln montiert werden.

Bei der Installation von Schaltapparaten unter Putz hat die Firma Dr. Deisting & Co., Kierspe, Westfalen, der allgemeinen Forderung nach einheitlichen und zusammenhängenden Kombinationen Rechnung getragen, indem sie das **Uni-Unterputzsystem** durchbildete. Der Zusammenbau ist so vorgesehen, daß eine Lagerhaltung von besonderen Einsatzapparaten nicht mehr notwendig ist. Die neuen, ganz normalen Unterputzschalter mit Spreizbefestigung sind in die Kombinationen einzubauen. Es können sowohl die normale runde Isolierstahl- oder die Glasscheibe zu dem Schalter verwendet werden oder aber auch die Kombinations-Abdeckplatten. Infolge dieser wesentlichen Vereinfachung in der Lagerhaltung sind nur noch wenige besondere Teile für den Zusammenbau am Lager zu halten, wodurch Unkosten erspart werden. Man verwendet am besten die gewöhnlichen Unterputz-Isolierdosen mit verbleitem Überzug. Die einzelnen Dosen werden durch besondere Metallbrücken vor dem Einmauern in der richtigen Entfernung zusammengehalten (s. Abb. 6), so daß die zusammenhängenden

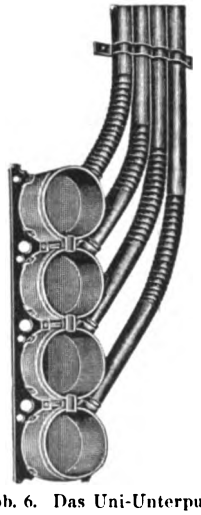


Abb. 6. Das Uni-Unterputzsystem.

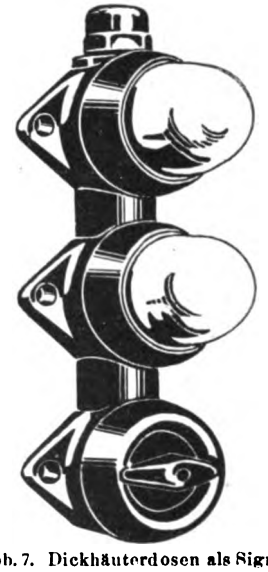


Abb. 7. Dickhäuterdosen als Signaleinrichtung mit wasserdichtem Schutzglas.

Abdeckplatten nach dem Einmauern der Dosen passen müssen. Für die neuen Deisting-Kombinationen sind außer den normalen Apparateeinsätzen nur am Lager zu halten: 1. Kombinationsmetallbrücken 2-, 3- und 4fach. 2. Abdeckscheiben 2-, 3- und 4fach in „Isolierstahl" braun und creme sowie in Glas, und 3. Zentralplatten für die verschiedenen Apparate. Die von derselben Firma hergestellten **Dickhäuterdosen** werden neuerdings ebenfalls zu Kombinationen zusammengebaut geliefert, z. B. als Signaleinrichtungen, mit wasserdichtem Schutzglas (Abb. 7), Abzweigdoseneinsätze in Verbindung mit Steckdosen und Schalter. In **Schuko-Steckdosen** lassen sich Sicherungen nicht einbauen. Deshalb werden sie zu 2 Kombinationen

Digitized by Google

zusammengefügt und können so mit 2poliger Patronensicherung auch bei Herdanschlüssen vorteilhaft angewandt werden. Besondere Bedeutung haben die **Rowa-Schalter** (Abb. 8), die es ermöglichen, die Zuleitung zu gemeinsam benutzten Waschküchen, Bügelzimmern, Kellern usw. doppelpolig an denjenigen Zähler zu legen, dessen Stromabnehmer die betreffenden Räume benutzt. Die patentierten 2poligen Rowa-Umschalter werden für Auf- und Unterputz hergestellt.

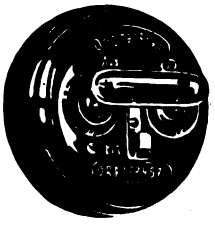


Abb. 8. Rowa-Schalter.

Nr. 10 E/231
Abb. 9. Berker-Exzenterschalter.

Eine Reihe wertvoller Verbesserungen bringt der von der Firma Gebr. Berker, Schalksmühle in Westfalen, durchgebildete **Berker-Exzenterschalter** (Abb. 9), Die Sockel und Rädchen dieser Schalter sind aus Steatit hergestellt, alle stark beanspruchten Teile des Mechanismus, wie Lagerbrücke und Sperrasten, Sperriegel und Führungscheibe, sind sorgfältig gehärtet, so daß praktisch von keinem Verschleiß dieser lebenswichtigen Teile gesprochen werden kann. Die Bildung von leitenden Metallstaubbrücken wird bei diesen Schaltern dadurch vermieden, daß im Mantel des Rädchens besondere Rillen vorgesehen sind, die die Bildung zusammenhängender leitender Staubbrücken unmöglich machen. Die Anschlußklemmen bei den 6 A-Schaltern sind Maulklemmen. Diese haben den Vorteil, daß der Anschlußdraht sich leicht und ohne besondere Zurichtung von der Seite her in die Klemme einlegen läßt. Bei den 10- und 15 A-Schaltern dagegen sind die Anschlußklemmen als Flächendruckklemmen ausgebildet.

Zur Befestigung von Schalter, Steckdosen, Leitungen usw. hat die Firma Niedergesäß & Co., Berlin W 35, die **Niedax-Dübel** entwickelt. Diese sind ganz aus Stahl und Metall hergestellt; die Spreizung des Dübels erfolgt

Abb. 10. Schalterrosette.

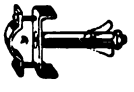


Abb. 11. Abstandschelle.

nur in der Tiefe des Mauerloches, weshalb sich eine sehr große Haftfestigkeit ergibt. Niedax-Dübel werden von den kleinsten bis zu den größten Abmessungen bis ¾" Schraubenstärke hergestellt. Zwei Beispiele in der Anwendung dieser Dübel zeigen Abb. 10 und 11.

Um die Leitungsschnur bei Wandsteckern von Zug zu entlasten, hat die Firma Weisse & Co., Gräfenthal in Thür., einen zweiteiligen **Stecker mit Zugentlastung** herausgebracht, der eine in Schlittenform konstruierte Zugentlastungsklemme besitzt. Die Montage dieses Steckers ist sehr einfach und darum zeitsparend.

Der **Felmas-Wandstecker** von Gustav Schortmann und Sohn, Leipzig, ist ebenfalls durch Zugentlastung gekennzeichnet. Bei dem Felmas-Wandstecker Nr. 3003 läßt sich mit der quer zum Kabelkanal angebrachten Schraube die Zugentlastung auch an der dünnsten Litze einwandfrei vornehmen. Die besondere Ausbildung des Kabelkanals und die Lage der Schraube zum Kabelkanal bringen es mit sich, daß bereits bei leichtem Anziehen der Schraube eine einwandfreie Entlastung erzielt wird. Da die Schraube aus Isoliermaterial hergestellt ist und reichlich groß im Durchmesser gehalten ist, kann ein Beschädigen der Litze nicht vorkommen. Die Montagezeiten bei diesem Stecker können nach den vorgenommenen Zeitmessungen stark abgekürzt werden. Zu beachten ist auch die neuartige, der Firma geschützte Fingerrast an diesem Stecker, die durch vorstehende Kanten am Unterteil des Preßkörpers gebildet wird. Man sieht immer wieder, daß der Stecker nicht am Preßkörper, sondern an der Litze aus der Wandsteckdose gezogen wird, weil die zufassende Hand keinen Halt findet und abgleitet. Hier gewährt die Fingerrast Abhilfe.

Verbesserungen und Neuerungen hat die Thiel & Schuchardt AG. in Ruhla, Thür., an ihren Erzeugnissen vielfach vorgenommen (Abb. 12). Auf dem Gebiet der Fassungen sei besonders auf die dreiteilige **Mignon-Isolierstoffassung** ohne Schalter mit Berührungschutz hingewiesen. Diese Fassung, die in geschmackvoller Form

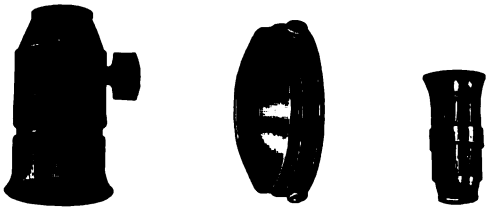


Abb. 12. Fassungen und Schalenhalter.

ausgeführt ist, besitzt besonders geringe Abmessungen, so daß sie sich zum Einbau in Apparate oder für sonstige Sonderzwecke gut eignet. Eine beachtenswerte Neuerung wurde an den Federzügen vorgenommen. Die Firma hat eine gute Lösung gefunden für einen **Schalenhalter**, der gleichzeitig als Fassungskappe dient (Abb. 13). Schalenhalter einschließlich Fassung bestehen nur aus 2 Teilen. Diese Konstruktion macht die Verwendung eines besonderen Klemmnippels nicht mehr erforderlich, da die Leitungschnur durch eine sinnvolle Klemmvorrichtung entlastet wird. Der bisherige Übelstand, daß beim Herausschrauben der Glühlampe oder beim Abschrauben des Schirmhalteringes sich auch die Fassung mit loslösen und somit die Schnur verdrehen konnte, ist durch die gute Befestigung des Fassungsunterteils mit der Kappe nebst Schalenhalter jetzt vollständig beseitigt.

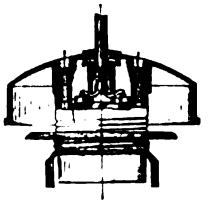


Abb. 13. Schalenhalter gleichzeitig als Fassungskappe dienend.

Abb. 14. Gelenkfassung. Der Teller ist mit seitlich n Zacken versehen.

Außer den bereits schon früher eingeführten **Gelenkfassungen** der Firma Brökelmann, Jaeger & Busse, Neheim i. Westfalen, werden jetzt auch Gelenkfassungen gezeigt, deren Teller mit seitlichen Zacken ausgeführt sind (Abb. 14), und die sich beliebig derart biegen lassen, daß die eingesetzte Schale festgeklemmt wird.

Dem bekannten, seit seinem Erscheinen vielfach bewährten **Kühlschrank „Santo-Junior"**, 125 l Inhalt, stellt die A E G nunmehr eine zweite Größe mit 200 l Kühlraum an die Seite. Der neue Kühlschrank stimmt im grundsätzlichen Aufbau, in der Anordnung und Auslegung der Kühlmaschine sowie in allen wesentlichen Einzelheiten der Ausstattung mit dem kleineren Typ überein. Er wird in ländlichen und größeren städtischen Haushaltungen ebenso Anwendung finden wie bei kleineren Gewerbetreibenden, Feinkostgeschäften, Bäckereien, Gaststätten und Krankenhäusern. Der Antrieb der oberhalb des Kühlraums angeordneten Kompressionskühlmaschine erfolgt bei Wechselstrom durch einen bürstenlosen Kondensatormotor mit einem Leistungsfaktor von nahezu 1; bei Gleichstromanschluß wird der Motor mit Rundfunkstörschutz „Radiopur" geliefert. Der Anschlußwert beträgt etwa 230 W, der Stromverbrauch im Sommer bei + 6 ° C Innentemperatur weniger als 1,5 kWh täglich. Bei Netzumschaltungen oder Umzug kann der Kühlschrank durch Austausch des Antriebmotors ohne weiteres der veränderten Stromart oder Spannung angepaßt werden. Das weißemaillierte Innere des Schrankes enthält einen rostsicheren glatten und allseitig zugänglichen Verdampfer, der besonders leicht gereinigt werden kann. Für die Unterbringung des Kühlgutes stehen außer dem Schrankboden 3 große und 1 kleiner Rost mit einer gesamten Abstellfläche von 1,12 m² zur Verfügung. Die Leistung der Kühlmaschine ist so reichlich bemessen, daß der gesamte Schrankinhalt auch bei 35 ° C Außentemperatur noch gut durchgekühlt wird. Die Temperatur wird durch einen selbsttätigen Regler mit einer Abtauvorrichtung überwacht. Mit seinen glatten weißen Flächen, seiner geschmackvollen Archi-

Digitized by Google

tektur und den hochglänzend verchromten Beschlägen fügt sich der Schrank jeder Kücheneinrichtung gut ein.

Auch die Firma Julius Pintsch AG., Berlin, hat einen 110 l fassenden **Kompressionskühlschrank** mit einer Kälteleistung von 125 kcal/h herausgebracht, der charakteristische Verbesserungen aufweist. Als Kältemittel dient Chloraethyl, das unschädlich und ungiftig ist und von allen bekannten Kältemitteln den niedrigsten Dampfdruck hat. Dem geringen Betriebsdruck von höchstens ½ at (s. Abb. 15) entspricht eine minimale Beanspruchung des Materials mit Wegfall jeglicher Ermüdungserscheinungen. Der einzylindrige Kompressor, der von einem 170 W-Motor angetrieben wird, läuft mit der durch ein Vorgelege herabgesetzten Umdrehungs-

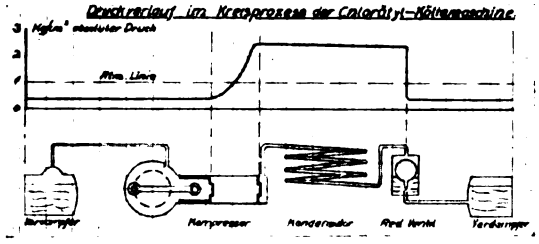


Abb. 15. Druckverlauf im Kompressionskühlschrank der Julius Pintsch AG.

zahl von 300 U/min. Er arbeitet daher, auch in Anbetracht des geringen Betriebsdrucks, praktisch ohne Verschleiß. Der Stromverbrauch beträgt täglich durchschnittlich weniger als 1 kWh. Neu ist der Gebrauch von Glyzerin als Schmiermittel, einfach seine Ausfilterung hinter dem Kompressor, zwecks kontinuierlicher Wiederverwendung. Die Bauart von Schloß und Angel der Tür läßt den Schrank links- wie rechtsseitig öffnen, wobei die Betätigung einer Klinke die andere sperrt.

Die Siemens-Schuckertwerke zeigen eine neue Wäscheschleuder, die durch ihren niedrigen Preis vielen Hausfrauen die Anschaffung ermöglicht (Abb. 16). Die neue **Siemens-Protos-Wäscheschleuder WS 1** faßt etwa 2 kg Trockenwäsche und wiegt nur etwa 20 kg. Sie kann also leicht getragen werden. Dennoch steht sie auf den elastischen Gummifüßen so fest, daß sie keine Verankerung braucht. Die Schleuderzeit beträgt bei einer Nennaufnahme von etwa 60 W etwa 2 min. Die Trommeldrehung kann nach Ausschalten durch eine Fußbremse sofort beendet werden. Die Wäscheschleuder ist innen und außen farbig feueremailliert. Die Schleudertrommel ist nicht durchlocht, sondern konisch nach unten erweitert und läßt das Wasser zwischen Trommelwandung und Boden entweichen.

Abb. 16. Siemens-Protos-Wäscheschleuder WS 1.

Die Siemens-Schuckertwerke haben ferner den **Aktenwolf „Roland"** herausgebracht, der dazu dient. Akten, vertrauliche Schriftstücke usw. zu vernichten (Abb. 17). Das Schriftstück gelangt zunächst zwischen ineinander greifende Sternmesser. Hier wird es harmonikaartig eingeknickt und von den Zacken der Sterne angeschnitten. In diesem Zustand kommt es zwischen Messerscheiben, wo es in Längsstreifen zerschnitten wird. Gleichzeitig werden diese Streifen aber auch an den angeschnittenen Stellen zerrissen. Die Papierschnitzel sind so klein, daß sie sich nicht wieder zusammensetzen lassen. Abstreifer sorgen für eine einwandfreie Durchführung des Papiers durch die Maschine, so daß sie sich nicht verstopfen kann. Sollte aber versehentlich zu viel Papier eingeführt werden, so daß der Motor sich festbremst, so kann mittels eines Schalters die Drehrichtung des Motors umgekehrt und das eingeführte Papier zurückgedreht werden. Der Aktenwolf wird in 2 Größen gebaut; eine größere zum Gebrauch eines ganzen Büros und eine kleinere für eine einzelne Person. Der Kraftbedarf ist sehr gering, er beträgt bei

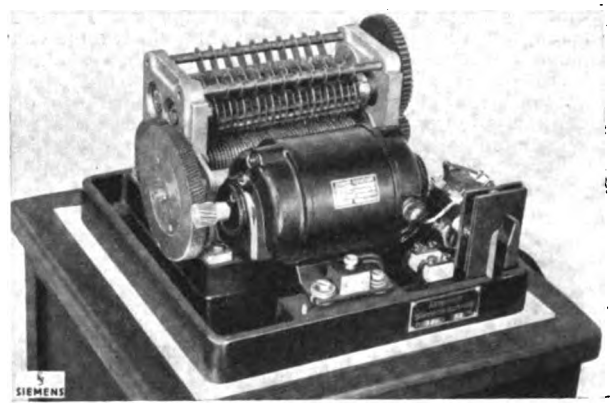


Abb. 17. Aktenwolf „Roland".

der größeren Type 150 W, bei der kleineren 65 W. Die Antriebsmotoren sind Universalmotoren, die an jede Lichtleitung angeschlossen werden können.

Elektromaschinenbau.

Im Elektromaschinenbau spielen neben anderen Fragen die Baustoffausnutzung und die Anpassung des Motors an Sonderzwecke eine immer noch beherrschende Rolle, die auch auf der Messe ihren Ausdruck findet. Die Mitteldeutschen Elektromotoren-Werke G. m. b. H., Saalfeld a. S., haben sich bemüht, einen **geschlossenen Einheitsmotor** für alle Zwecke zu entwickeln, die nicht teurer und in Abmessungen und Gewichten nicht reichlicher ist als eine normale offene Maschine. Durch sinnreiche Konstruktion und Verwendung von hochwertigem Baustoff, vorzügliche Isolation, neuzeitliche Fertigungsverfahren und Bearbeitungen bleiben

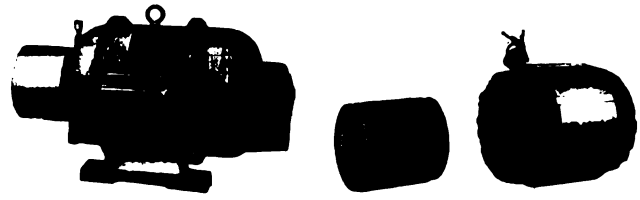


Abb. 1. Abb. 2.

Abb. 1 u. 2. Mantelgekühlter Einheitsmotor als normaler Fußmotor und als Einbaumotor.

Wirkungsgrad und Leistungsfaktor innerhalb der genormten Grenzen. Es handelt sich bei dieser Einheitstype um eine ganz geschlossene, mantelgekühlte Maschine mit Umlaufkühlung. Die Wicklungsteile sind vollkommen von der Außenluft abgeschlossen, so daß Wasser, Feuchtigkeit oder Schmutz keine Beschädigungen hervorrufen können. Die Kühlluft streicht direkt über das aktive Eisen hinweg und wird durch einen äußeren dünnen Gußmantel, der mit dem Lagerschild vereinigt ist, gut über die ganze Fläche geleitet. Abb. 1 zeigt den normalen Fußmotor, der überall bei Riemenübertragung Verwendung finden kann und sich auch für direkte Kupplung eignet; Flanschmotoren sind ebenfalls ausgestellt. Da sämtliche Maschinen mit reichlich bemessenen Kugellagern ausgerüstet sind, können sie in jeder Lage, also auch senkrecht, arbeiten. Der Klemmenkasten ist für Anschluß von Anthygronleitungen vorgesehen, um allen Verwendungszwecken auch in der Landwirtschaft gerecht zu werden. Die Konstruktion ist auch besonders gut als Einbaumotor (Abb. 2) geeignet, da das gewickelte Blechpaket sowie der Läufer erst später bei der Montage in das Gußgehäuse hineingepreßt werden. Aus ähnlichen Gesichtspunkten heraus ist auch ein Kreissägemotor entwickelt worden.

Eine neue **Typenreihe „KR"**, umfassend Fuß-, Flansch-, Anbau- und Einbaumotoren für alle Stromarten im Leistungsbereich 0,1 bis 1,5 PS hat die Georgii-Elektromotoren-Apparatebau-AG., Stuttgart-S, entwickelt. Die besonderen Merkmale dieser Reihe sind: kleine Maße und Gewichte, gleiche Form und gleiche Abmessungen für Gleichstrom- und Drehstrom-

Digitized by Google

motoren bei gleicher Leistung und gleicher Drehzahl, gefälliges und anpassungsfähiges Aussehen. Interessant ist eine Flanschtype der Form B 14, die die Nachteile dieser Form hinsichtlich der Lüftung vermeidet. Die Motoren der KR-Reihe werden in allen möglichen Sonderausführungen gebaut, wie z. B. als Brems- oder Steuermotoren, selbstsynchronisierende Synchronmotoren usw.

Die Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin, stellt u. a. eine Anzahl **Getriebemotoren** aus. Durch den

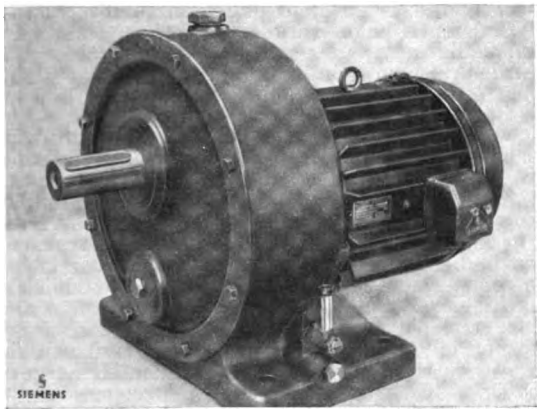


Abb. 3. Getriebemotor mit zweistufigem Getriebe.

organischen Zusammenbau von Getriebe und Motor ergibt sich eine Reihe wesentlicher Vorteile, so die Möglichkeit unmittelbarer Kupplung mit der Arbeitsmaschine, Unabhängigkeit von Transmission und Riemen, Platzersparnis, guter Gesamtwirkungsgrad usw. Abb. 3 stellt einen Getriebemotor mit zweistufigem Getriebe dar. Eine Sonderausführung ist der Rührwerksantrieb nach Abb. 4. Die langsam laufende Welle ist bei diesem Getriebemotor in jeder Länge lieferbar und so kräftig gelagert, daß der das Rührgut umwälzende Flügel unmittelbar auf die Welle gesetzt werden kann. Weiter zeigen die SSW aus diesem Entwicklungsgebiet zwei Elektrotrommeln zum Antrieb von Förderbändern und ähnlichem. Von den Trommeln, die beide im Betriebe vorgeführt werden, hat die eine eine Leistung von 15 kW, die andere eine solche von 1,5 kW.

Abb. 4. Rührwerksantrieb.

Für besondere Zwecke, z. B. zum Antrieb von Pressen und anderen Werkzeugmaschinen, wird ein **Getriebemotor** der Himmelswerk AG., Tübingen, für niedrige Antriebsdrehzahlen gezeigt, der mit einer eingebauten elektromagnetisch betätigten und an der schnellaufenden Motorwelle angreifenden Backenbremse ausgestattet ist. Der Bremslüftmagnet ist am Motor selbst angebracht,

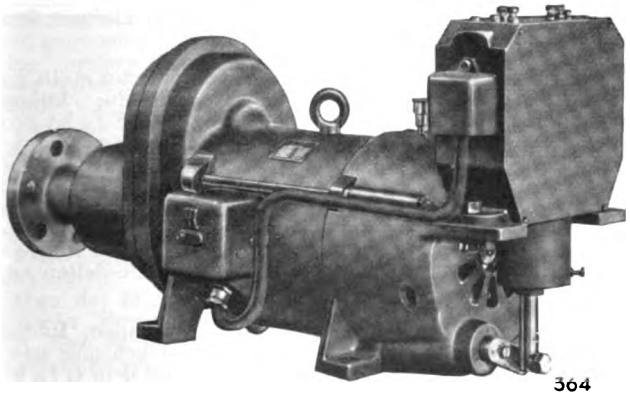


Abb. 5. Getriebemotor mit angebautem Bremsmagnet.

ebenso ist der Motorschutzschalter am Motor selbst befestigt (Abb. 5). Die gleiche Firma zeigt ihre bekannten Außenläufermotoren[1]) und Förderbandtrommeln sowie Doppelläufermotoren für Drehzahlen bis 6000 U/min.

Kleinstmotoren sind überall auf der Messe zahlreich vertreten, sei es bei Meßinstrumenten, bei Uhren oder in der Rundfunkhalle. Die Kleinst-Synchronmotoren für Zeit- und Schaltuhren, Tarifgeräte, Registrierwerke u. dgl. sind im allgemeinen entweder nicht selbstanlaufend, wenn sie ein stehendes Wechselfeld haben, oder asynchron-selbstanlaufend, wenn sie ein mehr oder weniger ausgeprägtes Drehfeld haben. Den Motoren mit Drehfeld und Selbstanlauf ist gemeinsam, daß der Ständer, der ein oder mehrere Polpaare hat, in richtiger Folge auf den einzelnen Polen mit Kurzschlußwindungen versehen ist. Zu unterscheiden sind die Drehfeldmotoren danach, ob sie mit der Drehzahl des Drehfeldes oder untersynchron laufen, indem auch im Synchronlauf noch ein asynchrones Moment wirkt. Die einzigen Vertreter der ersten Gattung auf dem deutschen Markt sind die Synchronmotoren der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft AG., Berlin. Sie unterliegen nicht der Gefahr, wie die untersynchron konstant laufenden Motoren, daß bei Spannungs- oder Leistungschwankungen die Drehzahl gehoben oder gesenkt wird.

Der bekannte zweipolige AEG-**Synchronmotor mit Schnelläufer** erscheint mit ungefähr gleicher Leistung wie bisher, aber mit verkleinerten Abmessungen auf der Leipziger Frühjahrsmesse. Das Getriebe ist zur Erzielung beliebiger Übersetzungen jetzt unterteilt. Als eine wertvolle Neukonstruktion bringt die AEG auch einen **Synchronmotor mit Langsamläufer** auf den Markt (Abb. 6); auch dieser läuft mit der Drehzahl des Drehfeldes synchron und läßt das asynchrone Moment verschwinden. Der Motor, der mit 375 U/min läuft, hat unter den Langsamläufermotoren mit Drehfeld die beste Gütezahl, die sich aus $G = M_d/ng$ ergibt, worin M_d das auf 1 U/min bezogene Drehmoment, n die Läuferdrehzahl und g das Gewicht des Ankers sind. In Verbindung mit der Entwicklung dieses Motors wurden sehr bemerkenswerte Lagerversuche gemacht, die zur Wahl von Novotext mit Seideneinlage geführt haben. Dieser Baustoff hat sich allen metallischen Lagerbaustoffen als überlegen erwiesen. Der Motor besteht aus zwei Gehäusehälften, die in je zweimal 8 Polen nach innen auslaufen, einer Ringspule, welche die Pole umschließt, und dem Läufer aus gehärtetem Stahl, der eine Trommel mit 16 Fenstern darstellt (Abb. 7). Die 32 Pole sind so verteilt, daß die 16 Pole der einen Gehäusehälfte in die entsprechenden Pollücken der anderen Hälfte greifen; es wird so ein Zylinder gebildet, der von der Ringspule umschlossen ist. Die Kurzschlußringe bilden in jeder Gehäusehälfte eine

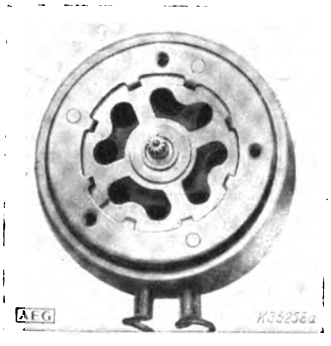


Abb. 6. Langsamlaufender Synchronmotor (375 U/min).

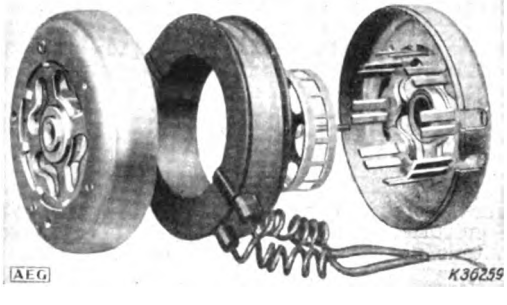


Abb. 7. Einzelteile des Motors in Abb. 6.

[1]) ETZ 1934, S. 741.

Digitized by Google

zusammenhängende durchbrochene Kupferplatte, die zugleich das Novotextlager enthält. Ein besonderer Vorteil des in seiner Leistung hinter dem Schnelläufer nicht zurückstehenden neuen Langsamläufers besteht darin, daß er infolge des geschlossenen Aufbaus keine Streufelder hat, so daß man beim Einbau in elektrische Geräte nicht beschränkt ist. Der geringe Platzbedarf ist ebenfalls von Wert (Abmessungen: Dmr. = 55 mm, $h = 25$ mm). Der Eigenverbrauch ist 1,8 W, kann aber in den Geräten niedriger gewählt werden, in denen nur kleine Drehmomente erforderlich sind.

Für die Nutzbarmachung des Kurzschlußmotors ist die **selbsttätige Anlaßeinrichtung „Albo-Knorr"** der Knorr-Bremse AG., Berlin, besonders wichtig. Sie ist seit der vorigen Messe weiter ausgebaut worden und liegt jetzt in einer bis zu Motorleistungen von 22 kW ($n_s = 1500$ U/min) reichenden Typenreihe vor. Die den Charakter einer Pionierarbeit tragende Neuerung macht bekanntlich nicht nur endlich den echten Kurzschlußankermotor bei noch so hoher Kurzschlußstrom-Aufnahme und bis zu den höchstmöglichen Lastmomenten überhaupt ordnungsmäßig anlaßbar, sondern erzwingt darüber hinaus selbsttätig auch noch den einwandfreien Verlauf des neuen Anlaßverfahrens[2]). Dieses arbeitet mit einem besonderen, an die Motorklemmen zu legenden neuartigen Schaltgerät mit vervollkommneter Sterndreieckschaltung einerseits und mit einer auf den Motorwellenstumpf aufgesetzten (nicht mit einer gewöhnlichen Fliehkraftkupplung zu verwechselnden) rein mechanischen Anlaßkupplung anderseits. Nach dem Umlegen des Schalthebels verläuft der ganze Anlaßvorgang zwangsläufig ordnungsmäßig von selbst. Die wechselseitige Verknüpfung und gegenseitige Ergänzung von Schaltgerät und Anlaßkupplung, in der die langgesuchte Lösung des Problems liegt, ist inzwischen auch noch dahin weiterentwickelt worden, daß der ordnungsmäßige Ablauf des Anlaßvorganges mittels einer kleinen Signallampe am Schaltgerät von außen erkennbar wird. In der Helligkeit des Signallichtes spiegelt sich das hier nur rd. 1 s benötigende Hochlaufen des Motors wider; ebenso rasch wird die Lampe dunkel und verschwindet aus der Schauöffnung überhaupt, wenn der Übergang auf Vollspannung erfolgt. Auch Störungen, z. B. durch einphasige Speisung, sind an der Helligkeit der Lampe sofort erkennbar.

Dank der Einfachheit des konstruktiven Aufbaus wird es möglich, die Anlaßeinrichtung „Albo-Knorr" zu einem außerordentlich günstigen Preise auf den Markt zu bringen. Damit sind der wirtschaftlichen Verwendung des in mehrfacher Hinsicht allen anderen Motorgattungen überlegenen echten Kurzschlußankermotors restlos die Wege geebnet, und dies zu einer Zeit, in der die elektrizitätswirtschaftlich von jeher so wichtige Gewährleistung ordnungsmäßiger Anlaßspitzenströme infolge der durch sie bedingten weitgehenden Ausnutzbarkeit des Leitungskupfers in den Niederspannungs-Verteilungsanlagen nun auch unmittelbar volkswirtschaftlich von nicht zu unterschätzender Bedeutung geworden ist.

Für alle mit Schleifstromabnahme arbeitenden Maschinen und Geräte bieten die **Kohlebürsten** ständiges Interesse. Aus den ausgestellten Fabrikaten sei eine Besonderheit herausgegriffen, die Autokohle für Lichtmaschinen und Anlasser, die unter dem Namen „Rekofa-Kohlen" von der Rheinischen Kohlenbürstenfabrik AG., Ahrweiler, ausgestellt wird. Rund 2000 verschiedene Typen für Kraftfahrzeuge in aller Welt werden ständig hergestellt. Für Niederspannungsmaschinen hat die Firma eine Kupfer-Spezialmarke „M 187" entwickelt.

Beleuchtungstechnik.

Auf dem Gebiet der Beleuchtungstechnik haben die Hersteller vielfach Verbesserungen an ihren Erzeugnissen getroffen, teils aus technischer Notwendigkeit heraus, teils um den Bedürfnissen der Abnehmer mehr Rechnung zu tragen. So hat die Porzellanfabrik Rosenthal, Berlin, **Leuchten aus Hartporzellan** in neuen Formen entwickelt. Diese Leuchten, die, in verschiedenen Farben hergestellt, besonders für Treppenhäuser und ähnliche Räume geeignet sind, sind halbwasserdicht.

Leuchtkronen vollständig aus Bakelit bringt die Elektrotechnische Fabrik Weber & Co., Kranichfeld i. Thür., auf den Markt. Neben der großen Isolierfähigkeit sind gute Haltbarkeit und leichte Reinigung als besonderer Vorzug zu werten.

Bekannt sind die **Zenith-Isolierstoffleuchten** der Vossloh-Werke G. m. b. H., Werdohl i. Westf. Alle Leuchten gewähren vollkommenen Deckenabschluß und sind infolge ihrer einfachen Konstruktion leicht zu montieren.

Das von der Sistrah-Licht-Gesellschaft m. b. H., Stuttgart-W., hergestellte **Sistrah-Geleucht** gibt vorwiegend Direktlicht und ist trotzdem blendungsfrei. Von dem Lichtstrom geht etwa ein Drittel nach oben zur Aufhellung des Raumes, so daß scharfe Kontraste zwischen Hell und Dunkel vermieden werden, während zwei Drittel in die untere Hemisphäre ausgestrahlt werden. Durch die Anordnung und Auswahl der Gläser weist das Geleucht einen hohen Wirkungsgrad auf.

Die Lichttechnische Spezialfabrik G. Schanzenbach & Co., G. m. b. H., Frankfurt (Main)-West 13 zeigt in einer besonderen Schau im Städtischen Kaufhaus in Leipzig ihre **Diffuna-Leuchten**, deren Schirme aus einem lederartigen Werkstoff, der Diffunahaut, gearbeitet sind. Diese Schirme sind gut transparent, lichtbeständig und leicht zu reinigen. Auf der Leipziger Messe selbst sind von derselben Firma lichttechnisch gut durchgebildete Zweckleuchten ausgestellt, von denen hier nur die Hausnummernleuchte mit dreieckigem Glaskörper, eine Zweiflammenleuchte für Luftschutzkeller und die in diesem Jahr erstmalig auf der Messe gezeigte Schaco-Operationstischleuchte erwähnt seien.

Für die Beleuchtung von Ortschaften, Nebenstraßen usw. haben Pötter & Schütze, Essen, **Kombinationsleuchten** für 100- und 200 W-Lampen entwickelt (Abb. 1). Durch ihren übersichtlichen Aufbau und die leichte Auswechselbarkeit der Gläser und Reflektoren lassen sich dieselben vom Verbraucher selbst auf jeden Verwendungszweck umbauen. Durch Aufbau einer Universalanschlußdose mit den verschiedensten Aufhängemöglichkeiten an Drahtseil usw. ist diese Leuchtentype für alle Installationsarten vollkommen betriebsicher zu gebrauchen. Diese Leuchten werden mit und ohne Lichtpunktverstellung hergestellt. Der Verbraucher selbst ist auch in der Lage, eine ohne Lichtpunktverstellung gelieferte Leuchte in eine solche mit Lichtpunktverstellung umzubauen. Die P u. S-Kombinationsleuchte bietet also den Großabnehmern den Vorteil einer vereinfachten Lagerhaltung, da nur einige wenige Einzelteile die Zusammenstellung von 28 Leuchtenarten ermöglichen.

Abb. 1. Kombinationsleuchte von Pötter & Schütze.

Auch auf dem Gebiete der Kleinbeleuchtung sind einige Neuerungen bemerkenswert. So bedürfen die von den Enn-Werken, Nürnberg-S, hergestellten **„Enwell"-Dynamos** für Fahrradbeleuchtung keiner Nachölung oder Nachfettung, da sie mit geschützter Dauerschmierung versehen sind. Da sich auch eine Kohleerneuerung erübrigt, erfordern die kleinen Dynamos keine Wartung.

Einen neuartigen Taschenlampenakkumulator stellt die nach dem Trockenbatteriesystem entwickelte **Rulagbatterie** dar. Sie wurde von der Rulag, Elektrotechnische Fabrik, Dr. Rudolf Mohr, Sonneberg i. Thür., auf den Markt gebracht. Bei nur sehr kleinen Abmessungen, die es gestatten, diese Batterie nebst Glühlampe in der Westentasche unterzubringen, und trotz der Verwendung von Schwefelsäure als Elektrolyt, ist es gelungen, eine gute Betriebsicherheit zu erreichen und die Lagerfähigkeit den Zink-Kohle-Zellen anzunähern.

Zwerglampen aller Art für Taschenlampen, Radioskalenbeleuchtung, Fahrrad- und Autobeleuchtung usw. werden in den mannigfaltigsten Formen von dem Glühlampenwerk Carl Langbein, Cusdorf (Thür. Wald), hergestellt.

Auch die Hugo Schneider Vereinigte Glühlampenwerke G. m. b. H. in Leipzig bringen schon seit langem Zwerglampen unter der Marke „Wartburg-Hasag-Glühlampe" auf den Markt.

[2]) Vgl. ETZ 1934, S. 627. Ausführlichere Erläuterungen bleiben einer weiteren Arbeit vorbehalten.

Digitized by Google

Fernmeldetechnik und Rundfunk.

Die Fernmeldetechnik, in die wir auch den Rundfunk und die Signalanlagen einbeziehen, ist auf der Messe entsprechend ihrem hohen Exportwert sehr vielfältig vertreten, vom einfachsten Schaltteil bis zur vollständigen Amtsanlage. Weite Verbreitung haben die **Münzfernsprecher** erlangt, die z. B. auf dem Stand von E. Zwietusch & Co. G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg, ausgestellt sind. Bei den für Fern-, Schnell- und Telegrammverkehr bestimmten Apparaten kann die Zahlung der Gebühr in vier verschiedenen Münzsorten (5, 10, 50 und 100 Rpf) erfolgen. Auch für ausländische Geldsorten sind diese Apparate verwendbar. Durch eine Klangeinrichtung wird die Beamtin über den Wert der eingeworfenen Münzen und, nach Drücken des Zahlknopfes, über die erfolgte Kassierung unterrichtet. Im Ortsverkehr erfolgt die Kassierung ohne Betätigung des Zahlknopfes, also selbsttätig. Kommt das Gespräch nicht zustande, so kann die Gebühr nach Einhängen des Handapparates dem Geldrückgabebehälter wieder entnommen werden. Der Apparat ist weitgehend gegen Einbruch gesichert. Bei den **Ortsmünzfernsprechern** in Wandgehäuse kann die Zahlung der Gebühr in zwei verschiedenen Münzsorten (5 und 10 Rpf) vorgenommen werden. Der eingebaute Nummernschalter verhindert die Wahl höherwertiger Verbindungen im Fern- und Schnellverkehr. Wenn diese Sperrung durch einen mit einem Schlüssel zu betätigenden Kontakt aufgehoben wird, ist auch die Führung solcher Gespräche möglich. Der neue **Tisch-Münzfernsprecher** für Ortsverkehr (Abb. 1) ist nur zur Aufnahme eines Geldstückes (10 Rpf) eingerichtet. Die Kassierung erfolgt durch Betätigung eines Schiebers. Kommt das Gespräch nicht zustande, so kann das Geldstück der Münzauflage wieder entnommen werden. Im übrigen ist bezüglich der Wahl höherwertiger Verbindungen die gleiche Anordnung getroffen wie beim vorerwähnten Wandapparat.

Abb. 1. Tisch-Münzfernsprecher.

Die hochentwickelte deutsche Nebenstellentechnik wird von der Nationale Telephon- und Telegraphenwerke G. m. b. H., Frankfurt a. M., an drei Ausführungsbeispielen gezeigt: einer **Universalzentrale** für eine Amtsleitung und 10 Teilnehmeranschlüsse, einer anderen für 3 Amtsleitungen und 25 Teilnehmeranschlüsse und einer sogenannten HVSd-Anlage für eine Amtsleitung und 4 Teilnehmeranschlüsse. All diese Einrichtungen, die z. T. unter Beibehaltung des gleichen Grundsystems auch für mittlere und Groß-Nebenstellenanlagen in Betracht kommen, erfüllen alle Verkehrsmöglichkeiten, die an neuzeitliche Nebenstellenanlagen gestellt werden, wie selbsttätige Einschaltung zum Amt, Rückfrage im Innern und gegebenenfalls über eine andere Amtsleitung, unmittelbare Umlegung von Amtsverbindungen an andere Teilnehmer, Nachtvermittlungseinrichtung usw. Ferner ist eine neue Apparattype für **Teilnehmersprechstellen** in Nebenstellenanlagen ausgestellt (Abb. 2). Neben der äußeren gefälligen Form ist die Art des Einbaues der Inneneinrichtung bemerkenswert, die auf einer leicht herausnehmbaren Grundplatte angeordnet ist und fast keine Drahtverkabelung mehr besitzt. Die schaltungsmäßigen Verbindungen erfolgen durch fest auf der Grundplatte angebrachte blanke Metallstreifen.

Abb. 2. Fernsprecher für Post- und Hausverkehr.

Eine neuartige Selbstanschluß-Vermittlungseinrichtung, die sich unter dem Namen **„Fallwähler-System Merk"** einführt, wird von der Nationalen Telephon- u. Telegraphenwerke G. m. b. H. als Ausschnitt eines 10 000er Amtes gezeigt. Der Fallwähler, der dem System den Namen gegeben hat, ist ein Stangenwähler, dessen Schaltglied bei der Einstellung auf eine gewünschte Leitungsgruppe oder Einzelleitung durch sein Eigengewicht abwärts fällt, wobei, je nachdem es sich um eine Freiwahl oder um eine durch Nummernstromstöße gesteuerte Einstellung handelt, die Bewegung des Schaltgliedes ununterbrochen gleitend oder schrittweise abgesetzt ist. Die nach dem jeweiligen Gebrauch eines Wählers notwendige Hochstellung des Schaltgliedes erfolgt mittels Rollketten, die nach Art eines Paternoster-Aufzuges wirken und für eine größere Zahl Wähler durch einen Kleinmotor angetrieben werden. Das Fallwählersystem verfolgt eine Entwicklungsrichtung, die zwischen den bekannten Systemen mit Hebdrehwählern und Maschinenwählern einen Ausgleich mit wirtschaftlichen und betrieblichen Vorteilen erstrebt. Dies zeigt die vorgenannte Einrichtung der Wähler für eine gleitende und schreitende Einstellung des Schaltgliedes und ferner die Anwendung eines lötstellenlosen und doppelseitig benutzbaren Bankvielfaches, wodurch für eine Vergrößerung der Wähler die Hauptvoraussetzungen geschaffen sind. Die nutzbringende Anwendung solcher Wähler wird dadurch bewiesen, daß das Fallwählersystem Anrufsucher und Leitungswähler für 100-Gruppen von Teilnehmern besitzt, wobei jedoch diese Wähler zwecks Durchführung einer Gruppenaushilfe mit einem Kontaktfeld für 2 · 100 Teilnehmer ausgerüstet sind. Die hierdurch erzielbare Ersparnis an Wählern und Kosten ist bedeutend und wird durch keinerlei Abhängigkeit von Nummernspeichern und Umrechnern beeinträchtigt.

Abb. 3. „Duo"-Hausfernsprecher.

Die Firma zeigt ferner eine selbsttätige Schalteinrichtung zur Abgabe von fünf scharf unterschiedlichen **Morserufzeichen,** die in der Eisenbahntelephonie Verwendung findet, sowie neue einfache und billige **Haustelephon-Apparate** in Preßstoff (Abb. 3).

Ein zweckmäßiges Hilfsmittel bei der Benutzung des Fernsprechers, namentlich in Büros, ist der **dreh- und ausziehbare Scherenarm,** der von E. Zwietusch & Co., G. m. b. H., Berlin, vorgeführt wird. Er gestattet dem Teilnehmer, seinen Fernsprecher durch eine leichte Drehung zu sich heranzuholen, und zwar bekommt man damit auch die Wählscheibe in die richtige Lage. Der Telephonapparat auf dem Scherenarm befindet sich etwa 20 cm über der Tischfläche. Neuerdings wird auch ein Zwietusch-Scherenarm für Wandbefestigung (Abb. 4) geliefert.

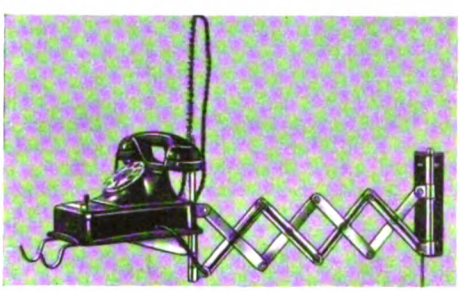


Abb. 4. Scherenarm für Wandbefestigung.

Bei der Beseitigung von in Selbstanschluß-Fernsprechanlagen vorkommenden Störungen sowie als Kontrollinstrument erweist sich ein neuer einfacher tragbarer **Impulsschreiber** der Siemens & Halske AG., Berlin, als nützlich. Er dient dazu, die von der Wählscheibe ausgehenden Stromstöße an Ort und Stelle auf einem von einem kleinen Motor bewegten Papierstreifen aufzuzeichnen. Aus der Aufzeichnung kann man entnehmen, ob die Stromimpulse in richtiger Weise gegeben werden. Da der Papierstreifen mit konstanter Geschwindigkeit abläuft, lassen sich aus den Aufzeichnungen auch die absoluten Zeiten ohne weiteres entnehmen.

Für die telegraphische Nachrichtenübermittlung in Druckschrift zum Betrieb auf Leitungen oder auch auf drahtlosem Wege zeigt die Nationale Telephon- und Telegraphenwerke G. m. b. H., Frankfurt

Digitized by Google

a. M., erstmalig ihre in mehrjähriger Entwicklungsarbeit geschaffenen Apparate. Die vorzugsweise mechanisch wirkende **Fernschreibmaschine** (Abb. 5) arbeitet nach dem bekannten „Start-Stop"-Prinzip[1]) und benutzt zur Übertragung der Schriftzeichen das internationale Telegraphenalphabet Nr. 2. Die Maschine besteht aus der

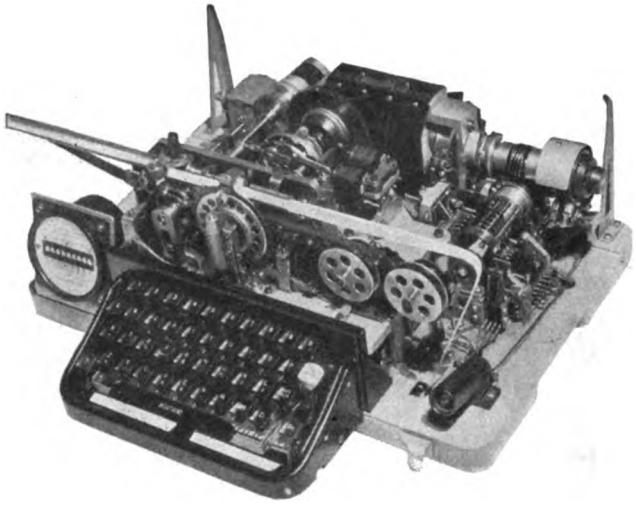


Abb. 5. Fernschreibmaschine (ohne Schutzkasten).

Sendeeinrichtung mit der vierreihigen Normaltastatur und der Empfangseinrichtung zum Abdruck der Schriftzeichen auf dem 9,5 mm breiten gummierten Papierstreifen. Zur Aussendung der Telegraphierimpulse wird nur ein Sendekontakt, der von einem neuartigen Nockenspeicher beeinflußt wird, durch Anschlagen der gewünschten Taste gesteuert. Durch diese Speichervorrichtung kann die Tastgeschwindigkeit der Maschine höher ausgenutzt werden. Bis zum Neuanschlagen einer Taste braucht nicht bis zum völligen Aussenden des vorher getasteten Zeichens gewartet zu werden (Legato-Prinzip). Infolgedessen kann nach dem Zehnfingerverfahren geschrieben werden. Die empfangenen Telegraphierimpulse werden durch den einzigen Empfangsmagneten auf das Typenscheiben-Einstellwerk weitergeleitet. Es besitzt eine Speichervorrichtung, um durch den Speicherbetrieb genügend Zeit für den Druckvorgang zu gewinnen. Der Abdruck auf dem Papierstreifen erfolgt durch Schlag auf die Typenscheibe mittels eines Druckhammers.

Dem Empfänger ist ein Namengeberschalter zugeordnet, der ebenfalls einen einzigen Sendekontakt besitzt, welcher nach Empfang des entsprechenden Auslösesignals gesteuert wird. Der Namengeber gestattet, bis zu 36 Buchstaben an den Sendenden zurückzusenden. Sende- und Empfangseinrichtung werden durch einen gemeinsamen Universalmotor 110/220 V angetrieben. Ein Regler sorgt für genaue Drehzahl. Die Telegraphiergeschwindigkeit beträgt 6,5 Zeichen/s oder 45,5 Baud, kann aber bis 50 Baud eingeregelt werden.

Die C. Theod. Wagner AG., Wiesbaden, zeigt als Neuheit eine **Personensuchanlage** nach dem polarisierten Zeigersystem. Der Geber enthält die vollständige Kontakteinrichtung und ist durch Einstellung eines Drehknopfes auf die Kennziffer der gesuchten Person leicht und schnell zu bedienen. Die Anzeiger sind ähnlich einer Nebenuhr mit einem Zeiger ausgerüstet, der über einer übersichtlichen Skala die Anzeige von 30 Personen ermöglicht. Zum Antrieb wird ein in Nebenuhren erprobtes polarisiertes Werk mit Doppeldrehanker angewendet; der geringe Stromverbrauch ermöglicht die Benutzung von 2 Adern der Telephonkabel. Außer den zur Suchanlage gehörigen Läutewerken zeigt die Firma noch eine **Schlagwerksteuerung**, die wie eine Nebenuhr an elektrische Uhrenanlagen angeschlossen werden kann, um größere Gebäude mit einheitlicher Zeit durch Viertel-, Halb- und Stundenschlag zu versehen, wenn die Anbringung von Nebenuhren in allen Räumen zu große Kosten verursacht.

Die Rundfunkindustrie, die auch auf der Leipziger Messe stets stark vertreten ist, hatte bisher ihre Neuheiten vorwiegend in Berlin zur Funkausstellung gezeigt. Der Messebesucher wird diesmal Abweichungen von dieser Gepflogenheit feststellen können. Die Vervollkommnung der Empfänger hat ja einen gewissen Abschluß erreicht, und so glaubt die Siemens & Halske A G. die Zeit für gekommen, wo man das Empfangsgerät zu einem Markenartikel entwickeln kann, der zum mindesten in seinem Äußeren unabhängig von Modelaunen ist. Bewußt ist man bei dem neuen **Zweiröhren-Luxus-Empfänger** zur technischen Zweckform übergegangen und hat ein Gerät geschaffen, das auch in technischer Hinsicht alle Anforderungen erfüllt, die man heute an einen Empfänger dieser Klasse zu stellen berechtigt ist. Das Äußere des Gerätes paßt sich in seiner schlichten Linienführung jedem Möbelstil an. Der Empfänger wird in zwei Farben, in schwarzem oder rotem Schleiflack mit hellen Einstellknöpfen und Füßen geliefert (Abb. 6). Eine sehr übersichtliche Skala, bei der die Sender nach Himmelsrichtungen (N, O, S, W) aufgestellt sind, erleichtert die Bedienung. Der elektrische Aufbau ist so gut, daß trotz nur eines Abstimmkreises höchste Trennschärfe erzielt wird. Ein dämpfungsarmer Sperrkreis verhindert das Durchtönen des Orts- und Bezirkssenders. Weitgehende Unterteilung der Antennenankopplung sorgt für Ausnutzung aller Feinheiten. Besondere Sorgfalt wurde auf die Gestaltung der Rückkopplung verwendet. Die in der Endstufe verwendete Fünfpol-Endröhre führt dem fremderregten Lautsprecher eine unverzerrte Wechselstromleistung von 2 W zu.

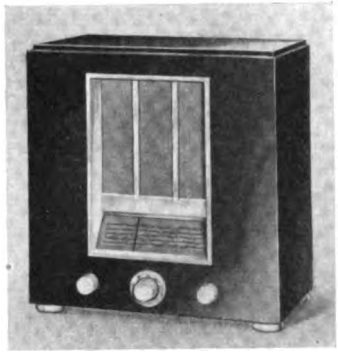


Abb. 6. Siemens-Zweiröhren-Empfänger.

Abb. 7. Dreiröhren-Zweikreis-„Olympia"-Empfänger.

Auch das Sachsenwerk, Niedersedlitz-Dresden, hat neben dem bewährten einen neuen **Olympia-Empfänger** ausgestellt (Abb. 7). Es handelt sich hierbei um ein 2-Kreis-3-Röhren-Gerät, das auch als Geradeaus-Empfänger erstmalig mit einer „Kinoskala" versehen worden ist, welche jeweils nur einen Stationsnamen meldet und ihn in großer Leuchtschrift auf eine Mattglasscheibe projiziert. Das Gerät besitzt außerdem einen doppeltwirksamen Lautstärkeregler, eine dreistufige Tonblende und einen hochwertigen Sperrkreis.

Die Empfangsgüte ist weitgehend von den verwendeten **Transformatoren** abhängig. Die Transformatorenfabrik G. m. b. H. Julius Karl Görler, Berlin-Charlottenburg 1, stellt Eingangs- und Zwischen-Transformatoren mit Normal- und Spezialeisenkern aus. Dieselben Transformatoren werden auch für Gegentaktverstärkung mit Spezialeisenkern ausgestellt. Alle vorgenannten Transformatoren sind durch eine zweckmäßige und formschöne Kappe vor äußeren Einflüssen geschützt. Ausgangs-, Netz- und Heiz-Transformatoren werden mit und ohne Schutzgehäuse, welches gute Entlüftung ermöglicht, gezeigt. Die letztgenannten Transformatoren werden noch in einer besonders preiswerten Ausführung ungekapselt mit freien Drahtenden oder mit Lötösenleiste geliefert. Ferner baut J. K. Görler Sondertransformatoren für jeden Zweck bis zu 200 kVA. Erwähnenswert sind andere Einzelteile für Rundfunk-

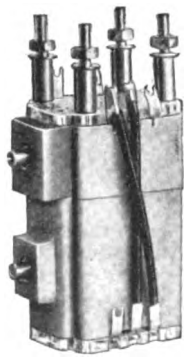


Abb. 8. Ferrocart-HF.-Transformator ohne Schalter und Abschirmhaube.

[1]) Vgl. ETZ 1932, S. 306.

Digitized by Google

apparate, wie mit Ferrocartkern ausgeführte Übertrager, HF.-Bandfilter, HF.-Transformatoren (Abb. 8) und Oszillatoren mit den verlustarmen Baustoffen Ferrocart und Amenit.

Aus der großen Zahl der Einzelteile für Rundfunkanlagen seien nachstehend noch einige herausgegriffen. So zeigen die Blaupunkt-Empfänger der Ideal-Werke A.-G., Berlin, zwei gute bauliche Einzellösungen, den Kreiselantrieb und die Säulenskala mit Leuchtkugelmelder und Wellenpeiler. Der **Kreiselantrieb** betätigt den Abstimmkondensator mit einer Übersetzung 1:100; wenn man aber von einem eingestellten Sender zu einem anderen übergehen will, der weit entfernt auf der Skala liegt, so gibt man dem Abstimmknopf einen Drehschwung, der Kreiselantrieb läuft im Freilauf selbsttätig weiter und wird von Hand angehalten, wenn der gewünschte Sender erreicht ist. Die **Säulenskala** (Abb. 9) steht senkrecht im Gerät und zeigt in Leuchtschrift nur die Stationsnamen des jeweils eingestellten Wellenbereichs in einer einzigen senkrechten Säule. Die Anzeige des jeweils eingestellten Senders geschieht durch den Blaupunkt-Leuchtkugelmelder. Die beleuchtete blaue Kugel, die hier sichtbar ist, steigt und fällt in einem Glasrohr mit der Betätigung des Kreiselantriebs und wird von hier aus über einen Seilzug und einen Magneten bewegt. Rechts am Skalenrahmen in Abb. 9 ist der Wellenpeiler untergebracht. Das Licht einer Glimmlampe erscheint in dem dort sichtbaren Spalt als leuchtender Faden. Bei der Abstimmung auf einen Sender verlängert sich nun dieser Leuchtfaden, und wenn er seine größte Ausdehnung erreicht hat, ist der betreffende Sender genau auf die Trägerwelle abgestimmt. Mit dem Wellenpeiler ist also eine lautlose Abstimmung jedes Senders möglich, wenn man den Lautstärkeregler erst nach erfolgter Abstimmung aufdreht.

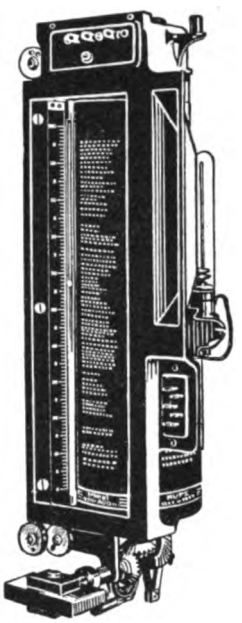


Abb. 9. Säulenskala mit Leuchtkugelmelder und Wellenpeiler.

Will man wahlweise zwei Lautsprecher anschließen, um „plastisch" hören zu können, so ist der **„Rollog"-Lautsprecher-Umschalter** der Firma Heliogen, Bad Blankenburg (Thür. Wald), am Platze, mit dem man die beiden Lautsprecher beliebig in Reihe, parallel oder einzeln schalten kann, ohne daß auch nur kurzzeitig völlig abgeschaltet wird. Die gleiche Firma zeigt einen **Störschutzstecker** mit zwei eingebauten Kondensatoren, der nur wenig größer als ein gewöhnlicher Stecker ist.

Für die Beschaltung der Empfänger ist insbesondere für Röhrenanschlüsse die Verwendung von abgeschirmter Leitung gleichbleibender geringer Kapazität wichtig. Derartige Leitungen liefert W. & G. Keßler, Berlin SO 36, unter dem Namen **Aerofil-Hochfrequenzkabel** (Abb. 10). Der Innenleiter besteht aus einer feindrähtigen Litze, welche mittels Schlaufen aus imprägniertem Papier innerhalb eines abgeschirmten Isolierschlauches zentrisch gehalten ist. Die Kapazität ist auch beim Biegen des Kabels konstant.

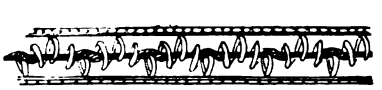


Abb. 10. „Aerofil"-Hochfrequenzkabel.

Für den Volksempfänger hat die Accumulatorenfabrik Dr. Theodor Sonnenschein, Berlin NW 87, einen **2 V-Dauerakkumulator** herausgebracht, der genau in den hierfür vorgesehenen Raum des Empfängers paßt und den Heizstrom von 0,3 A 800 h lang bei praktisch gleichbleibender Spannung abgibt. Besonders für **Koffergeräte** ist der Akkumulator DF 2 der gleichen Firma gebaut; er ist mit flüssiger Säure und Glaswolle gefüllt, eine besondere Verschraubung verhindert das Ausfließen von Säure.

Die Fortschritte im Rundfunkgerätebau liegen heute weniger auf dem Gebiete der Schaltung als vielmehr dem der Verwendung bestgeeigneter Baustoffe und -teile. Diese Tatsache spiegelt sich auf der Messe vielfach wider, wenn etwa die einzelnen Firmen auf die Verwendung von **Ferrocart** in ihren Geräten verweisen. Ferrocart[2]) wird bekanntlich von der Deutschen Ferrocart-Ges. m. b. H., Berlin-Lichterfelde, hergestellt.

Außer den mannigfachen keramischen Sondermassen[3]) sind auch eine Reihe von Preßmassen mit günstigen dielektrischen und Verformungseigenschaften entwickelt worden.

Ein weiteres Hochfrequenzeisen ist das **Prehferrum** der J. Preh Vertriebs-G. m. b. H., Neustadt a. S. Das Eisen wird in zwei Arten Prehferrum I und II geliefert; I hat die besseren mechanischen, II die besseren Hochfrequenzeigenschaften. Spulen mit Prehferrum-Kernen zeigen nur sehr geringe Streuung und erlauben erhebliche Raumersparnis bei verbesserten elektrischen Werten.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Die deutschen Meßinstrumentefabriken haben in den letzten Jahren eine Reihe von kleinen, preiswerten und doch weitgehenden Ansprüchen genügenden **Universalinstrumenten** entwickelt. Ein solches, vielseitig verwendbares Gerät ist z. B. das **„ERI-Meter"** vom Excelsior-Werk Rudolf Kiesewetter, Leipzig 2 C 1. Das Instrument ist, wie der Name erkennen läßt, zur Messung von Spannung (E), Widerstand (R) und Strom (I) bei Gleichstrom geeignet (für Wechselstrommessungen sind Vorsatzgeräte erhältlich). Das in einem schwarzen Bakelitgehäuse untergebrachte Instrument besitzt ein System von hoher Präzision. Wie Abb. 1 zeigt, hat das

Abb. 1. Universalmeßgerät.

ERI-Meter fünf Anschlußklemmen, von denen drei als Strom- oder Spannungszuführung benutzt werden; an die zwei unteren Klemmen werden die auswechselbaren Vorwiderstände gleicher Länge angeschlossen. Die Umschaltung der Drehspule erfolgt vollkommen zwangsläufig, so daß das Systemrähmchen zum Außenwiderstand einmal parallel, das andere Mal in Reihe zu liegen kommt. Die Spannungsempfindlichkeit beträgt für den vollen Ausschlag 100 mV, so daß auf der 50teiligen Skala 2 mV genau ablesbar sind. Die Stromempfindlichkeit für den Endwert ist 1 mA, der Anfangswert 0,02 mA. Dies ergibt einen inneren Widerstand von 1000 Ω/V. Ausgestattet ist das ERI-Meter weiter mit Messerzeiger und Spiegelablesung sowie Nullpunktkorrektion.

Diese Universal-Drehspulinstrumente werden häufig, wie auch eben erwähnt, durch einen Vorsatz mit CuO- oder Selengleichrichter für Wechselstrommessung erweitert und können in dieser Form von 50 Hz bis zu einigen 1000 Hz benutzt werden. Für Hochfrequenzmessungen aber genügt der Trockengleichrichter nicht mehr, man greift dann zweckmäßig zu einer thermoelektrischen Stromumformung. Auch für diesen Fall baut das Excelsiorwerk ein ERI-Meter, aber als hochempfindliches, spitzengelagertes Galvanometer mit wesentlich höherer Empfindlichkeit als das vorher beschriebene Instrument. Das **Thermo-ERI-Meter** besitzt nur 2 Anschlußklemmen, an die die auswechselbaren Thermoelemente angeschlossen

[2]) Vgl. ETZ 1932, S. 1206.
[3]) ETZ 1933, S. 543, 545.

Digitized by Google

werden. Die letzteren werden für die Stromstärken von 25, 30, 50, 100, 150 und 200 mA als in eine Glasbirne eingeschmolzenes Vakuumthermoelement, für 250, 300, 400, 500 und 1000 mA, 3, 5 und 6 A als Luftthermoelement ausgeführt. Das Thermo-ERI-Meter ist wichtig für Röhrenuntersuchungen, medizinische Hochfrequenzgeräte, Neonröhrenanlagen usw. Auf der 100teiligen, spiegelunterlegten Skala von 75 mm Länge können an Hand einer Korrektionstabelle die einzelnen Spannungen bzw. Ströme genau ermittelt werden.

Ein vielseitig verwendbares **Präzisionsinstrument** baut die Firma Dr. Th. Horn, Leipzig W 4. Da die Ablesegenauigkeit eines Instrumentes um so größer wird, je länger seine Skala ist, erhält man die günstigsten Verhältnisse mit einer ganz oder wenigstens fast vollständig geschlossenen Kreisskala, wie sie z. B. Uhren; Manometer u. dgl. schon immer besitzen. Bei elektrischen Meßinstrumenten war man bisher sehr weit von dieser Ideallösung entfernt, da hier aus technischen Gründen nur ein Zeigerausschlag von rd. 90 ° möglich war. Durch entsprechende Formgebung des Meßwerkes ist es gelungen, ein tragbares Drehspulinstrument zu schaffen, das der vorgenannten günstigsten Lösung sehr nahe kommt, denn dieses Meßgerät weist einen Zeigerausschlag von nicht weniger als 270 ° auf. Bei einem Zifferblattdurchmesser von etwa 90 mm erhält man dadurch eine Skalenlänge von etwa 150 mm, während sonst bei 90 ° Zeigerausschlag nur eine solche von 60 bis 75 mm erreichbar wäre. Dieses Meßgerät ist daher, trotzdem es nur die Größe eines sonst üblichen kleinen Taschenin strumentes aufweist, ganz besonders auch für genauere Kontrollmessungen geeignet. Mit dem Stromverbrauch konnte man bei Gleichstrom bis auf 2 mA herabgehen. Eine Ausführung dieses Meßgerätes (Abb. 2) ist mit einem Gleichrichter ausgerüstet, und daher auch für Wechselstrom verwendbar. Sämtliche Widerstände für die 18 Meßbereiche, und zwar maximal 6 A und 600 V, sind im Instrument selbst untergebracht.

Abb. 2. Präsisionsinstrument mit Kreisskala.

In den Tarifen der meisten Elektrizitätswerke findet heute die Blindleistung Berücksichtigung, und es ist für Werk und Abnehmer wichtig, die eingesetzten Phasenverbesserungsmittel auch weitgehend auszunutzen. Ein von den Heliowatt Werken, Berlin-Charlottenburg, neu herausgebrachter **Blindleistungsbegrenzer** mit Laufwerksteuerung schaltet selbsttätig so lange Phasenschieberkondensatoren zu oder ab, bis an der betreffenden Netzstelle (beim Kraftwerk oder beim Stromabnehmer) weder induktiver noch kapazitiver Blindstrom vorhanden ist. Damit werden die bekannten Nachteile von zu wenig oder zu viel eingeschalteten Phasenschieberkondensatoren vermieden und die großen Vorteile der Kompensation voll zur Geltung gebracht. Aus Abb. 3 erkennt man den Aufbau eines solchen Blindleistungsbegrenzers mit Laufwerksteuerung für 4 Kondensatoren. Jede der vier Schaltröhren kann über ein Schütz einen Phasenschieberkondensator einschalten. Das zur Anwendung kommende einfache Heliowatt-Blindverbrauch-Zählertriebsystem wird, so lange die Blindleistung induktiv ist, nach rechts laufen und so lange durch die Schaltnocken Schaltröhren zuschalten, bis keine induktive Blindlast mehr vorhanden ist. Wird die Belastung dann kapazitiv, lo läuft das Zählertriebsystem bei Überschreiten eines bestimmten, durch die Anlaufbegrenzung (Abb. 4) eingestellten Belastungswertes wieder rückwärts, schaltet also Kondensatoren wieder aus, bis auch die kapazitive Blindbelastung zum Verschwinden gebracht ist.

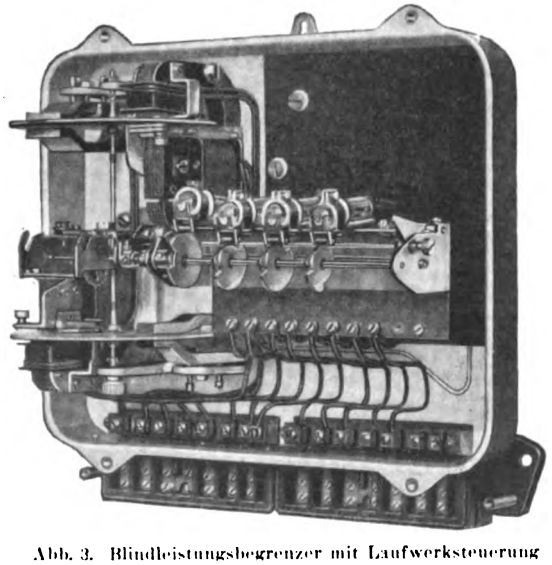


Abb. 3. Blindleistungsbegrenzer mit Laufwerksteuerung für 4 Kondensatoren.

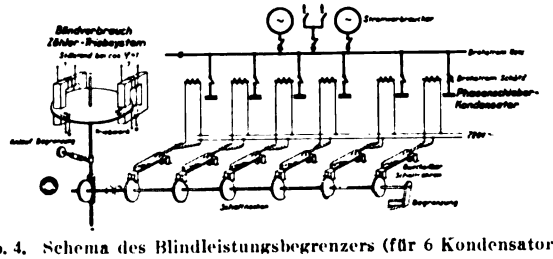


Abb. 4. Schema des Blindleistungsbegrenzers (für 6 Kondensatoren).

Der neue Blindleistungsbegrenzer kann an beliebiger Netzstelle eingebaut werden und beseitigt den Blindstrom auch bei schwankender Belastung. Die Blindleistungsbegrenzer können durch die Anlaufhemmung als Grob- oder Feinregler eingestellt werden. Sie können bereits bei 1 % kapazitiver oder induktiver Blindlast die Zu- oder Abschaltung eines Kondensators in die Wege leiten. Die Einstellung kann aber auch so getroffen werden, daß die Zuschaltung bei 1 % induktiver und die Abschaltung der Schaltröhren erst bei 10 % kapazitiver Blindlast erfolgt. Durch diese Einstellvorrichtung und durch die Wahl des Bremsmagneten kann ein Pendeln der Reglereinrichtung vermieden werden. Die Blindleistungsbegrenzer werden wie normale Blindleistungszähler an der betreffenden Netzstelle eingebaut und steuern ohne Zuhilfenahme irgendwelcher verwickelter Einrichtungen und ohne Wartung durch die Schaltröhren direkt die Schütze der Kondensatoren. Das Antriebsystem kann auch mit einer Telewatt-Meßdynamo versehen werden. Auf diese Weise kann über zwei Fernmeldedrähte auch in der Ferne angezeigt werden, ob und wie der Regler arbeitet und wieviel Blindstrom induktiv oder kapazitiv noch fließt.

Auch die **Stromspitzen-Begrenzung** ist ein wirtschaftlich bedeutsames Problem für gewisse Großabnehmer: Kaufhäuser, Fabriken u. dgl., die eine bestimmte Jahresleistung in kW mit dem Werk abgeschlossen haben. Das Excelsior-Werk Rudolf Kiesewetter, Leipzig 2 C 1, liefert für derartige Fälle ein **Maximal-Kontakt-Wattmeter**, das bei einem einstellbaren Höchstwert ein Relais betätigt und optisch oder akustisch Signal gibt. Die Firma baut derartige Kontaktinstrumente noch für viele andere Zwecke und benutzt in ihnen Quecksilber für die Kontaktgabe, die hierdurch sicher, elastisch und schwingungsfrei wird.

Von den auf der Messe gezeigten Prüfapparaturen seien nachstehend einige Beispiele gegeben. Eine preiswerte **Zählereich- und Prüfstation** mit dreiphasig durchgeführtem Eichstrom- und -spannungskreis in Form einer Pultstation mit angebautem Arbeitstisch wurde von der Fa. Zähler-Revision M. Schneider, München 12, neu herausgebracht. Die Präzisions-Strom- und Spannungsmesser sind in einem gemeinsamen Instrumentenblock auf einer Säule drehbar vereinigt. Diese neue Station kann infolge ihres geringen Preises auch von kleinen Werken beschafft werden und ermöglicht die von der PTR vorgeschriebene dreiphasige Eichung und Prüfung von Elektrizitätszählern.

Unter den weiteren Eicheinrichtungen dieser Firma sei noch der **mechanische Elektrizitätszähler-Prüfer** erwähnt. Die Prüfungen können auch von nicht besonders

Digitized by Google

geschulten Personen einwandfrei ausgeführt werden. Das Gerät zeichnet sich dadurch aus, daß es die Abweichungen des zu prüfenden Zählers in Prozent unmittelbar anzeigt. Das Ablesen von Meßinstrumenten für Leistung und Zeit sowie die rechnerische Auswertung der Ablesungen entfallen vollständig. Durch eine sinnreiche Einrichtung kann überdies bei jedem einzelnen Belastungswert des Prüfgerätes dessen eigene Abweichung infolge seiner Fehlerkurve auf einer übergelagerten Diagrammskala mit abgelesen werden. Spannungs- und Belastungsschwankungen haben auf das Meßergebnis keinen Einfluß. Durch eine weitere sorgfältig durchgebildete Einrichtung ist dafür gesorgt, daß die edlen und empfindlichen Teile des Zählers, wie Steinlager, Spurzapfen usw. gegen Beschädigung auf dem Transport geschützt sind. Zur serienweisen Untersuchung von Spurzapfen und Steinlagern aller Art liefert die Firma ein besonderes **Mikroskop.** Die zu untersuchenden Steine werden auf einer Scheibe in Kreisform eingeordnet und dann der Reihe nach geprüft. Die Einstellung jedes einzelnen Stückes in die richtige Lage zum Beobachtungs-Mikroskop erfolgt durch Drehen der Scheibe. Die Untersuchung der einzelnen Prüfgegenstände wird mittels eines Stabmikroskopes ausgeführt, welches eine genaue Betrachtung der Objekte bei verschiedenen Vergrößerungen ermöglicht. Die grobe Einstellung erfolgt durch langsames Verschieben von Hand, die Scharfeinstellung sehr feinfühlig durch einen Schraubenring. Eine allseitig zu bewegende mattierte Röhrenlampe mit Reflektor und Metallschlauch gestattet eine für den Beobachter blendungsfreie, sehr intensive Beleuchtung der Beobachtungsfläche.

Zur schnellen und einwandfreien Prüfung von Magneten für Elektrizitätszähler und Meßinstrumente aller Art fehlte bisher eine kleine praktische und preiswerte **Magnet-Prüfvorrichtung.** Es wurde daher von der MESSGETA, Aschaffenburg, eine geeignete Vorrichtung entwickelt, welche die betriebsmäßige bzw. Massenprüfung von Bremsmagneten zuläßt. Die Vorrichtung (Abb. 5) besteht aus einer Grundplatte, auf welcher die Prüfscheibe drehbar angeordnet ist. Ein hinter der Prüfscheibe befindliches Gewicht ist so angebracht, daß seine Bewegung die Scheibe aus ihrer Lage ablenkt und damit ein Maß für die Bestimmung der Magnetstärke abgibt. Links ist eine Platte angeordnet, auf welcher der zu untersuchende Magnet aufgelegt wird. Die Vorteile dieser Prüfart sind: schnelle und einfache Prüfung sämtlicher Magnete. Die Abmessungen sind so klein wie möglich gehalten. Die Magnetstärke kann als Ziffer sofort abgelesen werden. Umrechnungen sind nicht erforderlich. Durch Fortlassen aller nicht unbedingt erforderlichen Teile konnte erhebliche Preissenkung erfolgen.

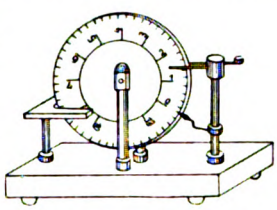


Abb. 5. Magnet-Prüfvorrichtung.

Zur Messung der Leistung von Arbeits- und Kraftmaschinen ist die **elektrodynamische Leistungswaage** (Pendelmaschine 4 kW, 5000 U/min, Abb. 6) bestimmt, wie sie die Siemens-Schuckertwerke, Berlin, auf ihrem Stand zeigen, und zwar mit einem ortsfesten Verbrennungsmotor und mit Schnellwaage. Sie ist im wesentlichen eine besondere Ausführungsform einer elektrischen Maschine, die sich von der normalen Bauweise dadurch unterscheidet, daß das Magnetgestell nicht fest auf dem Fundament steht, sondern um die Maschinenachse pendelnd gelagert ist. Das vom Anker über die Welle abgegebene oder aufgenommene Drehmoment wirkt über den Luftspalt als Reaktionsmoment auf das Magnetgehäuse und kann hier gemessen werden. Die Messung geschieht entweder durch Anhängegewichte oder durch eine Waage. Die ausgeübte Kraft, multipliziert mit der Länge des Hebelarmes, an dem sie angreift, ergibt das Drehmoment. Aus Drehmoment und Drehzahl erhält man dann in bekannter Weise die Leistung. Gegenüber anderen Meßverfahren (Pronyscher Zaum, Wasserbremse) hat die Pendelmaschine den Vorzug hoher Meßgenauigkeit, sauberen Betriebes, einfachster Bedienung, leichter und schneller Regelbarkeit, Konstanthaltung eingestellter Momente und Verwendbarkeit als Motor. Ferner bietet sie die Möglichkeit, die beim Prüfen von Kraftmaschinen aufgewendete Energie nutzbar zu machen (Wirtschaftlichkeit). Die Pendelmaschinen finden ausgedehnte Verwendung für alle Leistungen und Drehzahlen bei der Untersuchung von Kraftwagen-, Flugzeug- und Bootsmotoren sowie für Öl- und Gasmaschinen. Sie können auch als Antriebsmotoren zum Anwerfen, Einlaufen und zur Ermittlung der Leerlaufverluste von Kraftmaschinen sowie als Prüfmotoren zur Untersuchung von Arbeitsmaschinen, wie Pumpen, Gebläsen, Werkzeugmaschinen,

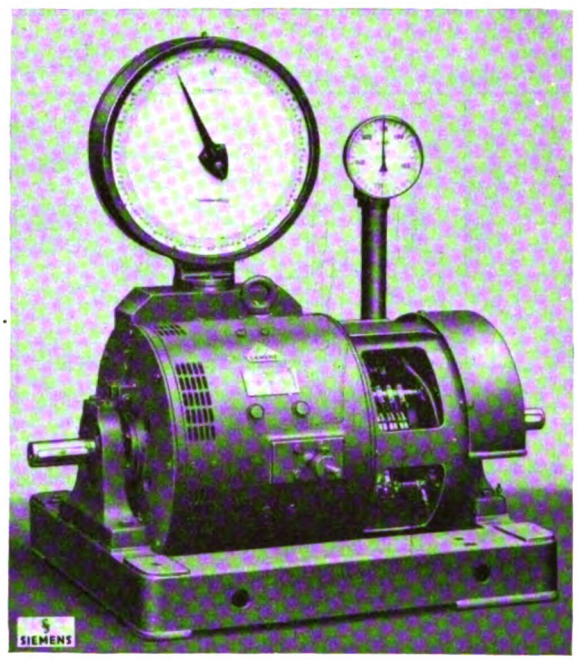


Abb. 6. Pendelmaschine mit Drehmomentwaage und Drehzahlmesser.

verwendet werden. Neuerdings haben sie auch für Vergleichsmessungen bei Untersuchung heimischer Treibstoffe und Schmieröle in Verbrennungsmotoren, bei denen es auf besonders genaue Messung ankommt, weitere Bedeutung gewonnen.

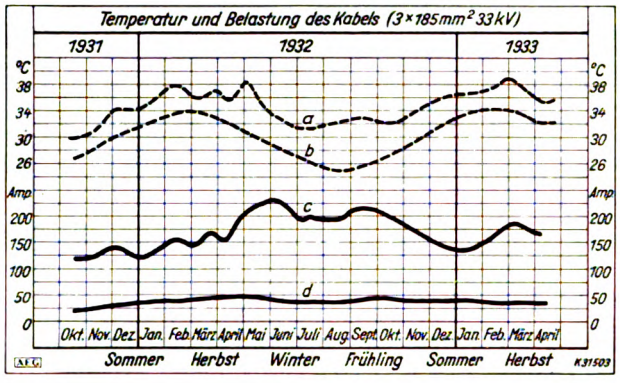
Ein **Röhrenprüfgerät** für Installateure und Rundfunkwerkstätten stellt das Excelsior-Werk Rudolf Kiesewetter, Leipzig 2 C 1, aus. Das Gerät ist „Kathometer" genannt und für Röhrenschnellprüfung eingerichtet. Zufolge der zum DRP. angemeldeten Meßschaltung erfolgt die Messung praktisch sämtlicher Röhren mittels Einknopfbedienung. Hierzu gehören 3-, 4-, 5- oder 7stiftige Röhren, auch die neuen stiftlosen Röhren und die neuen Hexoden, Binoden, Duo-Dioden, Oktoden. Der Leistungswert der Röhre kann am Meßinstrument sofort abgelesen werden, bei indirekt geheizten Röhren nach 1 bis 2 min. Mittels des Adapters können die einzelnen Stufen eines Empfängers überprüft werden. Der Adapter wird an Stelle der Röhre eingesetzt und die Röhre selbst kommt in die rechte Seite des Gerätes. Die Aufnahme von Kennlinien ist äußerst einfach. Die Heizspannung kann entweder aus einem Akkumulator oder direkt aus einem Transformator oder mit Hilfe des Adapters aus dem Rundfunkgerät entnommen werden.

Weiterhin sei noch auf das neue **Röhrenprüfgerät** von Dr. Th. Horn, Leipzig W 34, hingewiesen, das sich ebenfalls durch seine große Einfachheit in der Bedienung auszeichnet. Es ist ein Netzanschlußinstrument für 110 bzw. 220 V Wechselstrom, und man kann damit alle Röhren mit Europasockel und mit einer Heizspannung von 2, 4 und 20 V innerhalb weniger Sekunden auf ihre Brauchbarkeit prüfen.

Besonders für Länder mit heißem Klima sind **Kabeltemperaturmessungen** von Bedeutung. Die Apparatur der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, ist auf dem Prinzip der Wheatstoneschen Brückenmessung aufgebaut und ermöglicht es, die Leitertemperatur direkt zu messen, so daß keine Hilfskabel oder thermischen Abbilder erforderlich sind. Die der Temperatur proportionale Widerstandsänderung der in der ersten Kabellänge befindlichen Meßdrahtschleife wird transformatorisch auf die Niederspannungseite übertragen und durch ein Instrument angezeigt, das in °C

Digitized by Google

geeicht ist. Derartige Messungen (Abb. 7) an 33 kV-Kabeln in einem Lande der südlichen Erdkugelhälfte mit heißem, fast tropischem Klima haben z. B. gezeigt, daß das Maximum der Kabeltemperatur unter normalen Betriebsverhältnissen nicht im Sommer, sondern im Herbst auftritt, wenn die Bodentemperatur noch nicht nennenswert gefallen ist, während die Belastung schon erheblich gestiegen ist. Im Spätherbst darf das betreffende Kabel nicht wesentlich höher belastet



a tägl. maximale Leitertemperatur *c* tägl. maximale Belastung
b „ minimale „ *d* „ minimale „

Abb. 7. Jahres-Temperatur- und Belastungskurven eines Hochspannungskabels.

werden; dagegen könnte im Winter wegen der tieferen Bodentemperatur — auch in den Stunden der Spitzenlast — das Kabel eine wesentlich höhere Leistung übertragen (z. B. beim Ausfall eines Parallelkabels). Da das Meßglied dieser Temperaturkontrolleinrichtung im Leiter selbst liegt, werden alle Einflüsse, wie Jahreszeit, Bodenverhältnisse, Verlegungsart, Häufung und Belastungsverlauf, berücksichtigt, so daß sich Korrekturen erübrigen.

Wir wollen zum Schluß noch einige Geräte für nichtelektrische Größen erwähnen, zuerst die von Siemens & Halske AG., Berlin, ausgestellten Glühfadenpyrometer und Rauchstärkemesser. Das **Siemens-Glühfadenpyrometer** ist ein Präzisionsmeßgerät für hohe Temperaturen, das sich bei genauen Kontrollmes-

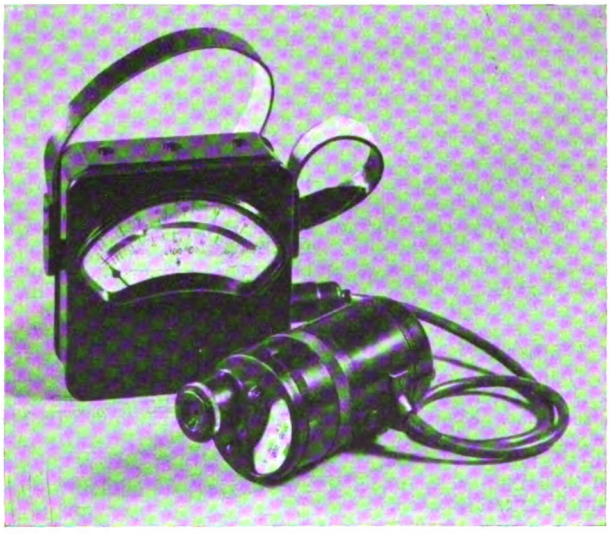


Abb 8. Glühfadenpyrometer.

sungen im Betrieb und bei Versuchsmessungen im Laboratorium bestens bewährt hat. Bei diesem Instrument vergleicht man die Strahlung des zu messenden Körpers mit der einer geeichten Glühlampe, die auf gleiche Helligkeit eingeregelt wird. Der Lampenstrom ist dann ein Maß für die Temperatur. Sie wird an einem in °C geeichten Strommesser abgelesen. Bei der neuen Ausführung des Glühfadenpyrometers (Abb. 8) hat das Fernrohrgehäuse die gleiche handliche Form erhalten wie das ebenfalls für die Messung hoher Temperaturen dienende Siemens-Kreuzfadenpyrometer. An der optischen Einrichtung wurden ebenfalls bemerkenswerte Neuerungen eingeführt. Um das Auge bei höheren Temperaturen gegen Blendung zu schützen, ist zwischen Okular und Glühlampe ein Graukeil angeordnet, der mittels eines Drehringes verstellt wird. Der Beobachter kann die Helligkeit des Bildfeldes so einstellen, wie es für sein Auge am angenehmsten ist. Auf diese Weise wird immer die größtmögliche Einstellgenauigkeit erreicht. Mit dem gleichen Drehring stellt man auch die Meßbereiche (600 ··· 1400 und 1200 ··· 2000 ° C) ein, und zwar wird bei dem höheren Meßbereich ein Rauchglas zwischen Lampe und Objektiv eingeschaltet. In welchem Bereich man jeweils mißt, ist an einem unterhalb des Okulars sichtbaren farbigen Zeichen zu erkennen. Mit einem zweiten Drehring verändert man einen Regelwiderstand, der dazu dient, die Helligkeit des Lampenfadens auf die des Strahlers abzugleichen. Die Glühlampe wurde insofern noch verbessert, als der Lampenstrom durch Umgestaltung des Glühfadens um mehr als die Hälfte herabgesetzt werden konnte, so daß die im Fernrohr untergebrachte Taschenlampenbatterie weniger beansprucht wird. Auch die Einstellzeit wurde verringert; nach dem Einschalten der Stromquelle kann man sofort mit der Messung beginnen. Zu dem neuen Pyrometer wird ein leichtes Betriebsinstrument in Isolierpreßstoff-Gehäuse mit Umhängeriemen geliefert (Abb. 8). In der Gebrauchslage liegt die Skala des Instrumentes waagerecht und kann vom Beobachter mühelos abgelesen werden. Für Laboratoriumsmessungen verwendet man vorteilhaft Präzisions-Tischinstrumente in der bewährten Ausführung mit Isolierpreßstoff-Gehäuse.

Der neue **Siemens-Rauchstärkemesser** ermöglicht es, die Rauchentwicklung eines Schornsteins ebenso einfach und sicher zu überwachen wie andere wärmetechnische Meßgrößen. Die Messung beruht darauf, daß die das Rauchgas durchdringenden Lichtstrahlen einer Glühlampe je nach der Rauchstärke mehr oder weniger geschwächt werden. Als Strahlungsempfänger dient eine kleine Thermosäule, wie sie sich auch im Siemens-Ardometer für Temperaturmessungen bestens bewährt hat. Die elektromotorische Kraft wird mit einem Drehspulinstrument gemessen. Den Aufbau des Gerätes zeigt Abb. 9. Der Hauptteil der von der Glühlampe *G* ausgehen-

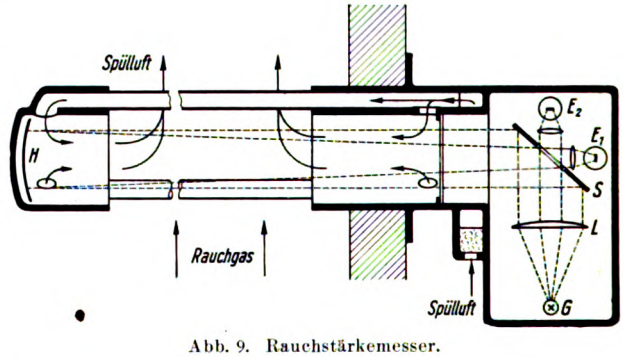


Abb. 9. Rauchstärkemesser.

den Strahlen wird durch einen Planspiegel *S* in den Rauchgaskanal abgelenkt und hier von einem Hohlspiegel *H* zurückgeworfen, so daß die Strahlen durch eine Öffnung im Planspiegel auf den Strahlungsempfänger E_1 treffen. Außer diesem als Meßelement dienenden Strahlungsempfänger ist noch ein zweiter vorhanden, der als Vergleichselement dient und durch die Öffnung im Planspiegel unmittelbar bestrahlt wird. Die beiden Empfänger sind gegeneinander geschaltet. Durch die Differenzmessung erzielt man eine große Genauigkeit, da die Anzeige in dem besonders wichtigen Gebiet der geringen Rauchstärke unabhängig von der Höhe der Betriebspannung ist. Einrichtungen zur Konstanthaltung der Spannung sind daher nicht erforderlich.

Die Anwendung eines Spiegels im Rauchgaskanal bietet den Vorteil, daß die Baulänge des Gerätes klein gehalten werden kann, unabhängig von der Größe des Rauchgaskanals. Das Gerät läßt sich von einer Seite des Rauchgaskanals sehr einfach einbauen. Ein Spülluftstrom sorgt dafür, daß der Spiegel und der vordere, durch eine Glasscheibe abgetrennte Teil der Meßeinrichtung frei von Staubablagerung bleiben. — Zur Anzeige der Rauchstärke

Digitized by Google

am Bedienungstand des Wärters verwendet man ein Profilinstrument mit einer sogenannten Ringelmann-Skala. Die Rauchstärke kann auch von einem Fallbügelschreiber aufgezeichnet werden. Sollen Grenzwerte gemeldet werden, so verwendet man Anzeigeinstrumente oder Schreiber mit Grenzkontakten.

Für die Lichtmessung dient das kleine **Taschen-Luxmeter „Pollux"** vom Excelsior-Werk Rudolf Kiesewetter, Leipzig 2 C 1. Das Instrument ist in ein Isolierstoffgehäuse in Taschenuhrgröße eingebaut (Abb. 10), welches seitlich aufklappbar ist. Die lichtempfindliche Sperrschichtzelle ist durch ein unzerbrechliches Zellonfenster geschützt. Der Grundmeßbereich beträgt 300 Lux, so daß 10 Lux gerade noch gut ablesbar sind. Dieser Grundbereich ist durch aufsteckbare Graufilter verschiedener Abstufungen beliebig erweiterungsfähig.

Abb. 10. Taschen-Luxmeter „Pollux".

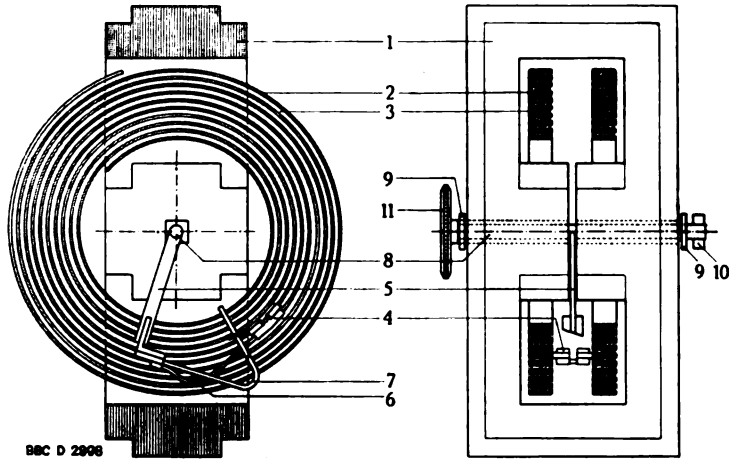


Abb. 1. Drehstromregler zur Regelung der Spannung in 250- bis 500 V-Netzen.

P. Gossen & Co., Erlangen, zeigt objektive **Beleuchtungsmesser** mit Selen-Sperrschichtzelle und Drehspulmeßgerät. Für überschlägige Messungen ist das handliche Taschenmeßinstrument „Parvux" bestimmt, für genauere Messungen und kleine Lichtstärken die Typen „Mavux" und „Mavux-Gigant". Auch ein tragbares Sondergerät für Messungen an Autoscheinwerfern ist ausgestellt.

Regelumspanner und Gleichrichter.

Die zunehmende Belastung der Niederspannungsnetze hat oft unerwünschte Spannungschwankungen zur Folge. Die Folge dieser Spannungschwankungen ist, daß die angeschlossenen Geräte und Maschinen teils nicht voll ausgenutzt werden können, teils wegen Überbeanspruchung nach kurzer Gebrauchszeit immer wieder ersetzt werden müssen. Zum Beispiel vermindert sich bei 10 % zu tiefer Spannung das Drehmoment von Kurzschlußläufer-Motoren auf 75 ··· 80 %, die Heizleistung von Öfen, Herden und Bügeleisen auf 81 %, die Lichtausbeute von Glühlampen auf 80 % der bei Nennspannung zugesicherten Werte. Bei 10 % zu hoher Spannung vermindert sich die Lebensdauer von Glühlampen auf etwa ein Drittel der normalen Brennstundenzahl. In ungefähr gleichem Maße empfindlich gegen Überspannung sind gewisse Radiogeräte, während der Betrieb von Röntgenröhren und anderen medizinischen Geräten bei Spannungschwankungen fast unmöglich wird. Die in den letzten Jahren in den Hochspannungs-Übertragungsnetzen fast allgemein eingeführte Spannungsregelung durch Regeltransformatoren hat zweifellos Fortschritte gebracht, ohne daß sie jedoch Spannungschwankungen in Niederspannungsnetzen restlos mitausgleichen kann. Dem Bedürfnis nach Regeleinrichtungen für Niederspannungsnetze hat die Brown, Boveri & Cie. A.G. durch die Entwicklung eines neuen **Drehstromreglers** zur Regelung der Spannung in 250- bis 500 V-Netzen entsprochen. Dieser Drehstromregler vereinigt die Vorteile der geringeren Eigenverluste eines Regeltransformators mit denjenigen der bisher häufig verwendeten Drehtransformatoren. Die Regelung der Spannung erfolgt praktisch stufenlos, wobei eine Verdrehung des Spannungsvektors nicht stattfindet, so daß die Verwendung dieser Regelgeräte auch in vermaschten Netzen ohne Schwierigkeiten möglich ist. Der Drehstromregler besteht aus drei Einphasenreglern, die zusammengebaut in einem gemeinsamen Ölbad eine Drehstromgruppe bilden. Den Aufbau des Reglers zeigt Abb. 1.

Auf dem Kern *1* eines Manteltransformators, dessen Mittelkern einen Querschlitz hat und der der Länge nach durchbohrt ist, sitzen zwei im gleichen Sinne flach und weitläufig aufgewickelte Spiralspulen aus Bandkupfer *2*, und zwar links und rechts des Schlitzes. Diese Spulen bilden die Regelwicklung. Zwischen den beiden Spulen laufen auf den Schmalseiten der Kupferbänder die Spurkranzrollen des Stromabnehmers *4*. Dieser wird von einer Achse *8* bewegt, die in der Durchbohrung der Säule sitzt und einen Mitnehmerarm *5* trägt, der im Schlitz der Säule sich bewegt. Federn pressen die Rollen auf die Windungen. Die beiden Spiralspulen sind angezapft und bei einer Anzapfung gleicher Windungszahl parallel geschaltet. Über den Stromabnehmer geht die zweite Verbindung für die Parallelschaltung. Die beiden Spulen arbeiten also parallel. Zwischen den Bändern der Regelwicklung sitzt die Erregerwicklung *3*. Der Stromabnehmer, der übrigens so gebaut ist, daß bei einem Kurzschluß kein Abheben, sondern ein um so stärkeres Andrücken der Rollen stattfindet, je größer der Strom ist, arbeitet funkenlos und ist praktisch ohne Verschleiß, da ja keine Stromunterbrechungen stattfinden. Die Steuerung des Reglers kann von Hand und auch selbsttätig durch ein aufgebautes, sehr empfindliches Spannungsrelais erfolgen.

Diese Regler werden gegenwärtig für 100, 200 und 400 kVA Durchgangsleistung bei 380 V Netzspannung und für einen mittleren Regelbereich von ± 8,5 %, der sich durch Anzapfungen noch etwas ändern läßt, gebaut. Sie eignen sich also besonders für die Konstanthaltung der Spannung in größeren Ortsnetzen, für Fabrikanschlüsse und für die Eigenbedarfsanlage von Kraftwerken. Der Einbau des Drehstromreglers erfolgt wie der eines gewöhnlichen Netztransformators. Regler für kleinere Durchgangsleistungen sind in Vorbereitung.

Die technische Weiterentwicklung der Glühkathoden- und Quecksilberdampf-Gleichrichter ist noch lebhaft im Gange, und besonders die Gittersteuerung hat für diese Gleichrichter immer neue Anwendungsgebiete erschlossen, die zu einer weiteren Verbreitung beitragen werden. Auf verschiedenen Gebieten hat sich jedoch der seit einigen Jahren bekannte **Kupferoxydgleichrichter** im Wettbewerb mit den genannten Gleichrichterarten einen Markt erobert. Als Gleichrichter für kleine Stromversorgungsanlagen, wie sie für Signal-, Sicherungs-, Fernmelde-, Telephon- und Uhrenanlagen in Betracht kommen, ist der Kupferoxydgleichrichter nicht mehr fortzudenken. Die besonderen Eigenschaften, die den Kupferoxydgleichrichter gerade für Dauerladung von Batterien besonders geeignet machen, sind: nahezu unbegrenzte Lebensdauer, hoher Wirkungsgrad von etwa 65 % (einschließlich der Transformatorverluste) auch bei kleinsten Spannungen und Leistungen, keine bewegten und der Abnutzung unterworfenen Teile, mechanisch fest und unzerbrechlich, leicht regelbar bei einfachstem Aufbau.

Die Weiterentwicklung brachte dann die in sehr vielen Fällen außerordentlich vorteilhafte selbstregelnde Dauerladung. Durch eine besondere Ausbildung des Gleichrichtersystems und des Transformators mit geringem inne-

Digitized by Google

ren Widerstand ist es gelungen, innerhalb verhältnismäßig kleiner Spannungsgrenzen eine starke Abhängigkeit des Stromes von der Gegenspannung der Batterie hervorzubringen. Der Vorteil dieser Schaltung, die ohne Relaiskontakte und magnetische Steuerkreise arbeitet, ist die augenblickliche und stetige Anpassung des Gleichrichterstromes an den Verbraucherstrom und den Ladezustand der Batterie, wobei die Batteriespannung innerhalb enger Grenzen bleibt und der Ladezustand stets sehr hoch gehalten wird. Dadurch bietet die Batterie immer eine genügende Reserve, um Betriebstörungen im Fall des Ausbleibens der Wechselspannung zu vermeiden. Zur Anpassung der Gleichrichter an die Netz- und Betriebsverhältnisse verwendet man hier eine große Zahl von feinstufigen Anzapfungen. Dadurch ist eine genaue Einstellung möglich; nach einmaliger Anpassung arbeitet eine solche Anlage vollkommen unbeaufsichtigt. Für besondere Zwecke, beispielsweise in der Fernmeldetechnik, können durch Anwendung entsprechender Relaisschaltungen, sowohl bei selbstregelnder als auch bei normaler Dauerladung, besonders enge Spannungsgrenzen eingehalten werden. Eine ansprechende, von der Firma Wilhelm Zeh, Freiburg in Baden, auf den Markt gebrachte Ausführung in Pultform zeigt Abb. 2. Für Schnelladungen ist der Autobatterielader als Sondertyp der Kupferoxyd-Gleichrichter für den Bedarf in Garagen, Tankstellen, Stationen für Batteriepflege und Werkstätten entwickelt worden und hat sich infolge seiner robusten Bauart und vielfachen Umschaltmöglichkeit für verschiedene Zellenzahlen und Ladestromstärken gerade in diesem rauhen Betrieb sehr gut bewährt. Bei größeren Batterien, z. B. für den Betrieb von Elektrokarren, Elektromobilen usw., hat man im allgemeinen die Wahl zwischen Kupferoxyd-, Glühkathoden- und Quecksilberdampf-Gleichrichtern; während bei kleineren Stromstärken und besonders bei niedrigen Gleichspannungen der Kupferoxyd-Gleichrichter unbestritten das Feld beherrscht, ist von einer gewissen Grenze an der **Glühkathodon-** bzw. **Quecksilberdampf-Gleichrichter** sowohl preislich als auch in Wirkungsgrad überlegen. Die Elektrokarrenlader werden im allgemeinen so gebaut, daß nur die Einschaltung von Hand erfolgt, während die ganze Ladung einschließlich der Außerbetriebsetzung der Anlage selbsttätig vor sich geht.

Abb. 2. Kupferoxyd-Gleichrichter in Pultform.

Gleichrichter für direkte Speisung von Stromverbrauchern, wie Motoren, Spannfuttern, magnetischen Spannplatten, Augenmagneten, Bogenlampen, sowie für verschiedene Zwecke in der Elektrochemie sind hinsichtlich der Auswahl der Gleichrichterart ebenso zu beurteilen wie die Elektrokarrenlader.

Unter den kleineren Gleichrichtern dieser Art spielt noch eine besondere Rolle der Vorschalt-Gleichrichter für Rundfunkgeräte, der von Wilhelm Zeh als Kupferoxyd- oder Glühkathoden-Gleichrichter gebaut wird und es ermöglicht, ohne Änderung der Empfangsanlage die z. T. hochwertigen Gleichstromempfänger auch bei Anschluß an Wechselstrom weiterzuverwenden. Die Gleichrichter zeichnen sich durch eine hervorragende Siebung aus, die eine vollkommene Stör- und Verzerrungsfreiheit der klanglichen Wiedergabe gewährleistet. An Orten mit gemischter Gleich- und Wechselstromversorgung gibt dieses Gerät auch dem Händler die Möglichkeit, Rundfunkgeräte für beide Stromarten zu prüfen und vorzuführen (Abb. 3).

Abb. 3. Vorschalt-Gleichrichter für Rundfunkgeräte.

Für den Einbau in Krafträdern hat sich der Kupferoxyd-Gleichrichter als Motorrad-Gleichrichter neuerdings ein größeres Anwendungsgebiet erobert. Er ermöglicht es, auch bei Krafträdern mit Wechselstrom-Schwungraddynamo eine Akkumulatorenbatterie zu verwenden und diese direkt über den Gleichrichter zu laden.

Auch die Frako Kondensatoren- und Apparatebau G. m. b. H., Teningen (Baden), hat ihre **Trockengleichrichter** weiterentwickelt und für neue Verwendungszwecke eingerichtet. Für die Gleichrichter zur Erregung elektrodynamischer Lautsprecher sind besonders kleine Geräte entwickelt worden, welche sich für transportable und Schmaltonfilm-Geräte gut eingeführt haben. Diese Geräte weisen bei starker Belastungsänderung eine sehr geringe Spannungsänderung auf. Es ist also möglich, einen Kontrollautsprecher an den Gleichrichter anzuschließen, ohne daß die Gleichspannung wesentlich abfällt. — Zur Speisung der Tonlampe hat Frako eine Apparatur entwickelt, welche einen außerordentlich reinen Gleichstrom liefert. Die Glättung wird so weit vervollkommnet, daß die durch den Gleichrichter über Photozelle—Vorverstärker am Endverstärkerausgang erzeugte Wechselspannung kleiner ist als die natürliche Geräuschspannung des Verstärkers. — Für den Betrieb von Bogenlampen wurden bisher Umformersätze verwendet. Vor die Bogenlampen wurde ein Regelwiderstand geschaltet, da die Bogenlampe eine stark fallende Charakteristik der Stromquelle verlangt. Durch diesen Widerstand wurde die Wirtschaftlichkeit der ganzen Anlage stark heruntergesetzt. Dagegen hat Frako nunmehr einen Gleichrichter konstruiert, welcher die für die Bogenlampe erforderliche Charakteristik besitzt und dabei trotzdem einen hohen Wirkungsgrad aufweist.

Hochspannungs-Schaltgeräte.

Auch auf diesem Gebiete zeigt sich als Folge der Neubelebung der Wirtschaft wieder neuer Schaffensdrang, und so haben die einzelnen Werke teilweise ihre bewährten Konstruktionen auf Grund vorliegender Betriebserfahrungen noch ausgefeilt oder auch ihnen neue Geräte an die Seite gestellt. Nach der vorjährigen Messe

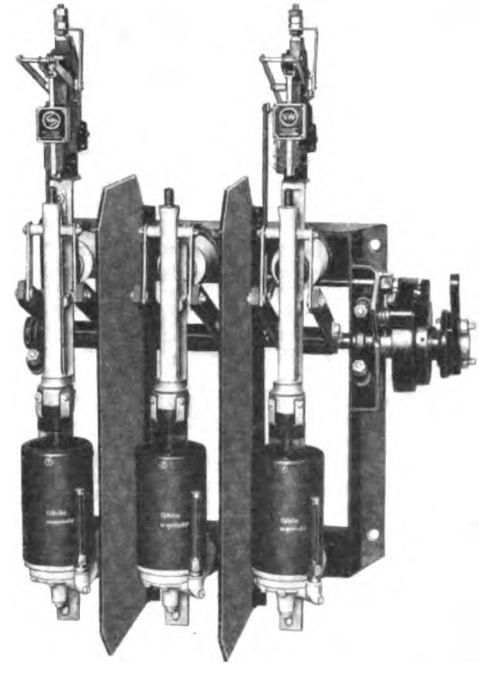


Abb. 1. Strömungschalter für 60 MVA Abschaltleistung.

sind von der Sachsenwerk, Licht- und Kraft-AG., Niedersedlitz bei Dresden, **Strömungschalter** für 60 bis 200 MVA Abschaltleistung entwickelt worden. In einer Löschkammer wird durch ein besonderes Einsatzstück mit düsenförmigen Kanälen in Verbindung mit entsprechender Ausbildung des Schaltstiftes dem beim Abschaltvorgang entstehenden Flüssigkeits-Gas-Strom eine solche Richtung erteilt, daß dadurch eine intensive Durchströmung und Abkühlung der Lichtbogensäule bewirkt

Digitized by Google

wird. Die Abschaltung erfolgt sicher und bei sehr kurzer Lichtbogendauer; nach Oszillogrammen der Schaltversuche und Kurzschlußversuche beträgt die Lichtbogendauer nur 1 bis 2,5 Halbperioden. Der Schalter zeigt daher Schaltsicherheit im gesamten Bereich bis zur Maximalabschaltleistung. In Abb. 1 ist die vom Sachsenwerk hergestellte Type A 60 mit 60 MVA Abschaltleistung dargestellt. Die aus Hartpapier hergestellten Löschkammern haben Anzeigerohre zur Erkennung des Flüssigkeitsstandes. Hartpapier-Trennwände zwischen den Phasen gestatten schmale Bauweise. Am oberen Teil der Schaltstiftführung trägt jede Phase eine mechanische Anzeigevorrichtung. Kräftige, verdeckt angeordnete Ausschaltfedern bewirken eine Schnellausschaltung. Der Schalter ist in Verbindung mit Handantrieb sowie mit Motorfernantrieb und Druckluftantrieb lieferbar. Alle praktisch vorkommenden Auslösearten sind möglich. Bei Verwendung von unmittelbar wirkenden Primärauslösern kann der Aufbau über den Schaltstiftführungen, wie die Abbildung zeigt, oder der Aufbau vor den Schaltstiftführungen zwecks Raumersparnis vorgenommen werden. Die Type A 200 mit 200 MVA Abschaltleistung ist entsprechend ihrer Verwendung als Hochleistungsschalter aufgebaut. Die Löschkammern sind ebenfalls aus Hartpapier. Ihre Befestigung sowie die der Schaltstiftführungen ist mit besonders ausgebildeten Porzellanstützern auf dem kastenförmigen Grundrahmen vorgenommen. Die Ausschaltfedern sind in den Schaltstiftführungen untergebracht. Jede Phase hat eine mechanische Anzeigevorrichtung. Zwischen den Phasen befinden sich Hartpapier-Trennwände. Die Ausschaltbewegung ist an ihrem Ende mit einer Flüssigkeitsbremse gedämpft, so daß der Schalter erschütterungsfrei arbeitet. Außer für Wand- oder Gerüstmontage wird der Schalter auch mit Fahrgestell geliefert. Die Handbedienung des Schalters Type A 200 kann mit Hand-Kraftspeicherantrieb geschehen. Für Fernbetätigung sind Motorantriebe, Kraftspeicher- und Druckluftantriebe verschiedener Anwendungsarten vorgesehen. Auch hier sind alle Auslösearten anwendbar. Primärauslöser wirken jedoch bei dieser Type nur in Verbindung mit Kontaktgeber und Auslösemagnet, also mit Hilfstrom auf die Freiauslösung ein.

Einen neuen **Ölstrahlschalter** hat die Firma E. Neumann, Hochspannungs-Apparate, G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 5, herausgebracht. Sein wesentliches Kennzeichen besteht in der Erzeugung eines Ölstromes während des Abschaltvorganges, der durch die vom Lichtbogen erzeugte Energie senkrecht zur Richtung der Ausschaltbewegung in die Lichtbogenbahn gedrückt wird. In den bekannten Wechselstromschaltern erfolgt die Löschung im Augenblick des natürlichen Nulldurchganges des Stromes, nachdem eine bestimmte, durch den Abschaltstrom und die Schalterkonstruktion gegebene Länge des Lichtbogens erreicht ist. Die Aufgabe jeder Löschvorrichtung besteht nun darin, dafür Sorge zu tragen, daß in dem Augenblick des Nulldurchganges des Stromes das Löschmittel in so starkem Maße in die Ausschaltstrecke eintritt, daß ein Wiederzünden des Lichtbogens verhindert wird. Der von der Firma Neumann herausgebrachte Ölstrahlschalter benutzt zu diesem Zweck einen Differentialkolben, in dem Querkanäle angebracht sind. Durch den vom Lichtbogen im unteren Teil der Löschkammer erzeugten Druck wird die unter Federdruck stehende untere Fläche des Differentialkolbens in Ausschaltrichtung bewegt und sucht damit die innerhalb des Differentialkolbens befindliche Ölmenge aus demselben herauszudrücken. Die einzige Ausweichmöglichkeit für das Öl ist in den Querkanälen gegeben, durch die ein kräftiger Ölstrom in die Unterbrechungsbahn hinausschießt und so im Augenblick des Nulldurchgangs die notwendige Isolation zwischen beweglichem und festem Kontakt schafft.

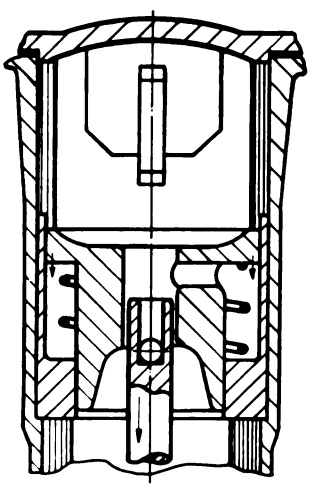


Abb. 2. Wirksamer Teil des Ölstrahlschalters.

Abb. 2 zeigt einen Schnitt durch den wirksamen Teil des Schalters. Es ist hierbei zu erkennen, daß der bewegliche Schaltstift noch mit einer weiteren Bohrung versehen ist, die das Innere des Schaltstiftes mit dem ihn umgebenden Raum verbindet. Es wird hierdurch erreicht, daß der aus den Queröffnungen des Differentialkolbens austretende Ölstrahl nicht nur quer in die Lichtbogenbahn einströmt, sondern auch einen Druckausgleich zwischen der Löschkammer und dem oberhalb der Löschkammer unter atmosphärischem Druck stehenden Raum herbeizuführen sucht. Der Ölstrahl ist hierbei genötigt, an den Punkten des beweglichen Kontaktstiftes vorbeizuströmen, die als Fußpunkte des Lichtbogens bevorzugt werden. Hiermit wird dem Lichtbogen die Ansatzmöglichkeit entzogen. Durch besondere Vorrichtungen wird dafür Sorge getragen, daß das elektrische Feld im Augenblick der Unterbrechung zwischen den Kontakten klein gehalten ist und keine schädliche Feldkonzentration auftreten kann.

Die Drücke, die in der Löschkammer erzeugt werden und den Differentialkolben betätigen, bewegen sich bei den für die Schalter zunächst vorgesehenen Abschaltleistungen in den Grenzen von etwa 5 bis 20 at. — Der neue Ölstrahlschalter wird zunächst für Spannungen von 10 bis 20 000 V gebaut und ist für Abschaltleistungen von 150 bis 200 MVA je nach der Betriebspannung bestimmt.

In gleicher Richtung, die sehr großen Raum beanspruchenden Ölschalter durch andere leistungsfähige Schaltgeräte zu ersetzen, geht die Entwicklung der Leistungs - **Schubtrennschalter,** bei denen eine nicht brennbare Löschflüssigkeit verwandt wird. Die „Habege" Hochspannungsapparatebau-Gesellschaft, Dresden, hat die Abschaltleistung solcher Schalter sehr stark gegenüber den bisherigen Ausführungen erhöhen können (Abb. 3), indem sie das Löschkammerprinzip, vereint mit einer aus kräftigen Zug- und Druckfedern versehenen Schnellschaltvorrichtung, bei diesen Geräten anwendet. Der neue Schalter ist so ausgeführt, daß er auch mit Überstromzeitauslösern versehen werden kann, wodurch er zum vollkommen selbsttätig arbeitenden Schaltgerät wird.

Abb. 3. Schubtrennschalter.

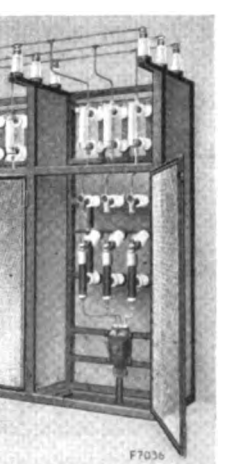


Abb. 4. Kompressionsschalter (Trennschalter).

Die Emag, Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Frankfurt a. M., weist auf ihre neu ausgeführten **Kompressionsschalter** hin, die als Trennschalter mit Eigen-Druckluft-erzeugung für Schaltleistungen bis 6000 kVA gebaut werden (Abb. 4). Eine neuartige, der Gesellschaft geschützte Ringdüse ermöglicht die hohe Schaltleistung.

Als eigentliche Kompressionsschalter für höhere Schaltleistungen bis etwa 150 000 kVA werden die Geräte mit Fremdluftbeblasung ausgeführt. Durch Verwendung der bereits oben erwähnten Ringdüse genügt bei diesem Gerät ein Überdruck von nur 2 at zur Bewältigung der Schaltleistung. Der Antrieb ist zwecks Raumersparnis in das Gerät hineingebaut.

Die Entwicklung der **Hochleistungs-Hochspannungssicherungen** hat in letzter Zeit zum Bau von Sicherungen für ziemlich große Durchgangsleistungen geführt[1]). Von

[1]) Vgl. K. A. Lohausen, AEG-Mitt., März 1935.

Digitized by Google

den Grenzleistungspatronen sind insbesondere die für niedrige Spannungen und hohe Nennstromstärken bemerkenswert, wie sie die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft A G., Berlin, auf den Markt bringt. Bis zu Nennströmen von 100 A hat sich die Unterbringung der Schmelzleiter in einem Rohre, darüber hinaus in zwei oder mehr parallelgeschalteten Rohren als die zweckmäßigste, insbesondere raum- und gewichtsparsamste Lösung erwiesen, Abb. 5. Diese Parallelschaltung mehrerer gleicher Rohre mit gleichen Schmelzleitersystemen ist bei Sicherungen, die nach dem Prinzip der „reinen Schmelzsicherung" arbeiten, deshalb möglich, weil sich der in der Löschperiode fließende Strom und damit die durch ihn gegebene Kurzschlußenergie auf die parallelgeschalteten Einzelschmelzkanäle und auf die zugehöri-

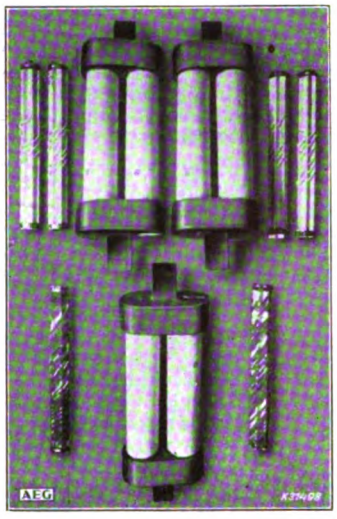


Abb. 5. HS-Sicherungen 3 kV (oben: 400 A, unten: 200 A) nach einem Selektivitätsversuch. Neben den Sicherungen die ausgebauten Schmelzleiterträger mit unverletzten Schmelzleitern (oben) und gleichmäßig ausgebildeten Schweißraupen (unten).

gen Rohre (4 bei 400 A) völlig gleichmäßig verteilt. Diese Schmelzkanäle oder -raupen bilden sich während des Verdampfens der Schmelzleiter aus dem sie umgebenden Füllmittel, welches zusammensintert und elektrisch leitend wird. Nachdem die Schmelzleiter durch Verdampfen in Isolatoren verwandelt sind, führen die Schmelzraupen den Strom, wobei sie sich wie temperaturabhängige ohmsche Widerstände verhalten. Ihr Widerstand ist groß genug, um den Strom stark herabzumindern und ihn spätestens beim Spannungsnulldurchgang zu unterbrechen, was wegen der erzwungenen günstigen Phasenlage leicht möglich ist. — Der reine Widerstands-Charakter der Schmelzraupen ist die Ursache für die gleichmäßige Stromaufteilung in der Löschperiode. Bei Sicherungen, die mit Lichtbogen arbeiten, ist eine solche Gleichmäßigkeit wegen der fallenden Charakteristik des Lichtbogens nicht zu erwarten, da der Strom meist sehr bald nur in einer einzigen der parallelen Entladungstrecken fließt. Bei zwei parallelgeschalteten Patronen solcher Art wäre daher für die eine in der Löschperiode allein stromführende mit der vierfachen Beanspruchung zu rechnen, die bei Einbau einer einzigen Patrone auftreten würde[2]). Wegen des in der Löschperiode fließenden Nachstromes (vgl. Abb. 6) können die Schmelzleiter von vorgeschalteten Sicherungen größerer Nennstromstärken in Mitleidenschaft gezogen werden, jedoch nur, wenn ihr Querschnitt nicht größer als der 1,5-fache desjenigen der unterbrechenden Patrone ist. Über diese durch entsprechende Versuche festgestellte Grenze hinaus bleiben die Schmelzleiter vorgeschalteter stärkerer Sicherungen unberührt. Abb. 5 zeigt die Ergebnisse eines Abnahmeversuches, bei dem die Selektivität einer 400 A-Einheit gegen eine 200 A-Patrone für 3 kV geprüft wurde. Abb. 6 zeigt das Oszillogramm dieses Versuches, bei dem eine einpolige Leistung von etwa 100 MVA unterbrochen wurde (Spannung mal Effektivwert des Wechselstromgliedes in der ersten Halbwelle). In Abb. 5 ist die völlige Unberührtheit der Schmelzleiter der 400 A-Einheit und die gleichmäßige Ausbildung der Schmelzraupen der 200 A-Patrone zu erkennen; die letztere erweist die gleichmäßige Stromaufteilung.

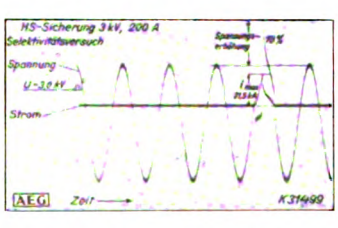


Abb. 6. Selektivitätsversuch an einer HS-Sicherung (3 kV, 200 A).

[2]) Vgl. Läpple, Die Kurzschlußunterbrechung mit schnellabschaltenden Hochspannungsicherungen, VDE-Fachberichte 1934.

Mit Patronen der in Abb. 5 gezeigten Art liegen Kurzschlußversuche vor, bei welchen Stoßströme von 110 kA $_{max}$ einschließlich, d. h. 43 kA $_{eff}$ ohne Gleichstromglied bei 3,9 kV innerhalb einer Halbwelle unterbrochen wurden. Neuerdings können solche Patronen auch für Spannungen bis 6 kV gebaut werden.

Es ist bemerkenswert, daß die Unterbrechung von Überströmen jeden Grades bis zum schwersten Kurzschluß mittels solcher Sicherungen — abgesehen vom Ansprechen des Abschmelzkennzeichens — ohne jegliche äußere Erscheinung und ohne Geräusch vor sich geht; lediglich eine langsam nach außen durchdringende Erwärmung um 40 bis 60 ° C gibt Kunde von der im Inneren aufgefangenen Kurzschlußenergie.

Die „Habege" Hochspannungsapparatebau-Gesellschaft, Dresden, hat einen **Hörnerschalter mit Leistungsicherung** neu entwickelt, so daß man imstande ist, größere Leistungen abzuschalten. Bei normalen Sicherungen führte der in den Kontakten entstandene Lichtbogen meist Erdschluß herbei. Durch die Hörner wird erreicht, daß der Lichtbogen zwischen den Kontakten sofort abreißt, Erdschluß jedoch nicht entsteht. Die Anordnung unterbricht gewöhnlich einfach, bei Sicherungswechsel zweifach. Dadurch wird es unmöglich, beim Sicherungswechsel spannungführende Teile zu berühren. Der Schalter vereinigt also zwei Apparate in einem, die Röhrensicherung und den Schubtrennschalter, wodurch beträchtlich an Raum gespart werden kann.

Hochspannungsicherungen werden vielfach als Kurzschlußschutz für die Verteilungstransformatoren in Hochspannungsnetzen eingebaut, und zwar werden hier meist die einfachen Röhrensicherungen verwendet, bei denen in ein Rohr aus Porzellan oder Hartpapier ein Schmelzdraht eingezogen ist. Die Sicherungen haben den großen Vorteil großer Billigkeit und leichter Instandsetzung. Im Betrieb versagen diese Sicherungen jedoch sehr häufig, weil bei der Abschaltung die Porzellanrohre zertrümmert werden oder die Hartpapierrohre verbrennen, obwohl an der Einbaustelle die Kurzschlußleistung in den meisten Fällen 60 MVA noch nicht erreicht. Die Ursache für das Versagen kann daher nicht auf das Nichtbewältigen einer zu großen Kurzschlußleistung zurückgeführt werden, vielmehr liegt der Grund darin, daß die Blaswirkung der Sicherung, auf der die Löschung des Lichtbogens beruht, infolge zu geringen Kurzschlußstromes nicht ausreicht. Auch die Wahl des zweckmäßigen Werkstoffes für das Rohr spielt bei der Löschung des Kurzschlußlichtbogens eine große Rolle. Stoffe, die im Lichtbogen schmelzen oder verkohlen, sind in der üblichen Ausführung oft nicht geeignet, da der Lichtbogen durch den Schmelzfluß oder die Kohlebahn aufrechterhalten wird, bis das Rohr zerplatzt. Das Versagen der sonst so bewährten einfachen Röhrensicherungen kann vermieden werden durch zweckmäßige Ausbildung des Sicherungsrohres und Wahl eines geeigneten Werkstoffes für das Rohr. Die von der Firma Brechtel & Hartmann, Berlin SO 36, vertriebene **Auspuffsicherung** (Abb. 7) unterbricht den Kurzschlußlichtbogen, selbst wenn

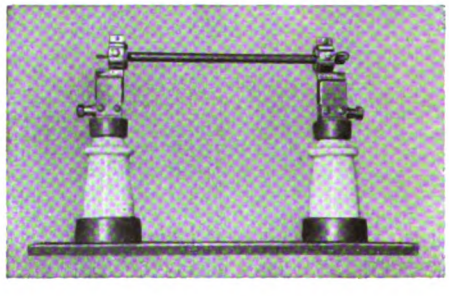


Abb. 7. Auspuffsicherung.

der Strom nur wenig über dem Grenzstrom der Sicherungen liegt, einwandfrei, ohne daß das Rohr der Sicherung hierbei unbrauchbar wird. Der Aufbau ist so gewählt, daß eine sichere Wirkung und leichte Auswechselbarkeit des Sicherungsdrahtes gewährleistet ist.

Die Auspuffsicherung ist von der niedrigsten Schaltleistung bis zu etwa 60 ··· 100 MVA bei Spannungen von 3 ··· 25 kV verwendbar. Sie ist zunächst nur für Verwendung in Innenräumen ausgebildet.

Die Auspuffsicherung kann überall dort als Kurzschlußschutz verwendet werden, wo bisher unzulängliche

Digitized by Google

Sicherungen eingebaut sind, und wo das Bedürfnis für eine billige und leicht reparierbare Sicherung besteht. Dies ist vor allem bei den Transformatorenstationen in Überlandwerken und kleineren städtischen Netzen der Fall, da dort die Kurzschlußleistung selten höher als 60 ··· 100 MVA liegt.

Niederspannungs-Schaltgeräte.

Für Industrie und Haushalt haben die Niederspannungs-Schaltgeräte immer eine große Rolle gespielt und werden sie in immer höherem Maße spielen, je mehr die Elektrisierung fortschreitet. Die Fortentwicklung der Schaltgeräte ist deshalb eine zwingende Notwendigkeit, vor allem wenn es sich um sehr empfindliche Antriebe handelt. So wird bei Montage- und Gießereikranen, Aufzügen und Drehscheiben häufig eine Feinsteuerung zur Erzielung geringer Geschwindigkeiten und kleinster Wege verlangt. Auch bei Druckerpressenmotoren ist derselbe Vorgang zum Einziehen des Papieres erforderlich. Dieses sogenannte „Stromspritzergeben" wurde bisher meistens durch Einschalten der Steuerwalze in die erste Schaltstellung und sofortiges Wiederausschalten erreicht. Dabei wurde die mechanische Bremse durch einen Bremslüftmagneten kurzzeitig gelüftet. Dieses häufige Ein- und Ausschalten hat einen großen Verschleiß der Steuerwalzensegmente, Kontaktfingerklötze sowie der Bremseinrichtung zur Folge.

Die Firma Rheostat, Spezialfabrik elektr. Apparate Edmund Kussi G. m. b. H., Dresden, hat eine **Feinsteuerung** herausgebracht, die in Abb. 1 schematisch dargestellt ist. Sie besteht aus einer Steuerwalze *a*, einem Anlaßwiderstand *b*, einem zwei- oder dreipoligen

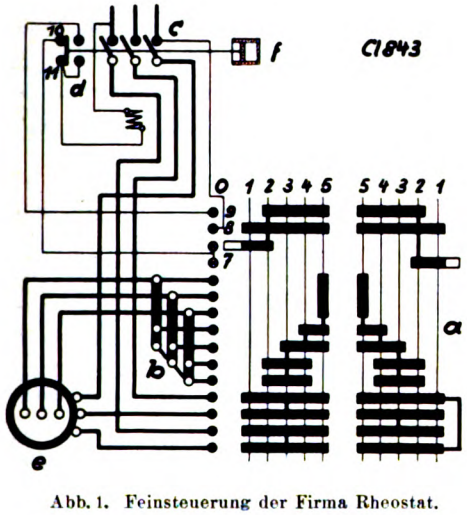


Abb. 1. Feinsteuerung der Firma Rheostat.

Spezialschütz *c* mit einstellbarer Dämpfungs- bzw. Verzögerungs-Einrichtung *f* und Hilfskontakten *d* zum selbsttätigen Öffnen und Schließen des Steuerstromkreises sowie einen Antriebsmotor *e*. Die Steuerwalze hat außer der Nullstellung eine Anfahrstellung 1 und eine Anzahl Regelstellungen (in dem gewählten Beispiel 2 bis 5) für jede Drehrichtung.

Die Firma Metzenauer & Jung, Wuppertal-Elberfeld, hat eine gußgekapselte Verteilungsanlage für Fernsteuerung einer Walzenstraße entwickelt, die trotz gedrängter Bauart übersichtlich ist. Entgegen der bisher üblichen Bauart sind alle Schaltgeräte für den Walzenzugmotor und sämtliche Hilfsantriebe zu einer gußgekapselten Schaltbatterie zusammengefaßt. Das Umsteuern des Motors erfolgt durch ein unter Öl schaltendes Wendeschütz für 600 A. Die Anlaßwiderstände sind über dem Sammelschienenkasten aufgebaut und werden durch 3 Stufenschütze mit selbsttätiger, stromabhängiger Steuerung, der Fanal-Steuerung, abgeschaltet, so daß unabhängig vom Bedienungspersonal bei voller Ausnutzung der Beschleunigungsmöglichkeit ein weicher und stoßfreier Anlauf erfolgt. Durch Ausbildung der Kontakte als mehrfach unterteilte Wälzkontakte wird trotz der hohen Kontaktbeanspruchung beim Einrichten eine hohe Lebensdauer des Kontaktmaterials erreicht. Die Ölschütze für die Hilfsantriebe, wie Haspel, Verstellmotoren, sind an die Rückseite des Sammelschienenkastens angebaut. Sicherungen, die durchweg als Griffsicherungen ausgebildet sind, liegen im Sammelschienenkasten übersichtlich zusammengefaßt und von beiden Seiten leicht zugänglich. Die Batterie wird von zwei starken Säulen getragen, die gleichzeitig zur Einführung der Leitungen dienen und Zubehör, wie Stromwandler, Zähler u. dgl., aufnehmen können. Diese Bauart kommt der Forderung auf eine robuste, stoßfeste Ausbildung der Schaltanlage entgegen, sie erfüllt aber gleichzeitig die noch viel wichtigere Forderung auf geringsten Raumbedarf an Grundfläche. Für Anlagen, die durch Gas- oder Dampfschwaden, atmosphärische oder chemische Einflüsse, Kohlenstaub, starke Temperaturunterschiede usw. gefährdet sind, wurden die gas- und druckwasserdicht **gekapselten Schaltgeräte** entwickelt. Sie zeichnen sich aus durch eine besondere in eine Schwalbenschwanznut eingebettete keilförmige Dichtung, die einem Druck von 8 atü standhält. Auch die zugehörige Druckknopftafel ist trotz ihres eleganten Aussehens gas- und druckwasserdicht gekapselt. Helleuchtende Signallampen, die ebenfalls druckdicht eingesetzt sind, dienen zur Rückmeldung des Schaltbefehls. Für alle erdenklichen Verwendungszwecke lassen sich diese gas- und druckdichten Steuertafeln und Schaltbatterien zusammenstellen. Abb. 2 zeigt z. B. eine gasdicht und explosionssicher gekapselte selbsttätige Steuerung für einen Druckluftkompressor einer neuzeitlichen Ölraffinerie. Die Stufenreihe der gußgekapselten **Fanalschütze** ist weiter ausgebaut worden von 15 ··· 600 A. Ihr Kennzeichen ist die bewährte Gleitführung ohne Gelenke und Klinken, die doppelpolige Abschaltung und die vorteilhafte Ausbildung der Kontakte als Wälzkontakte. Die Abb. 3 zeigt ein Fanal-Wendeschütz mit eingebautem Motorschutz und Sicherungen.

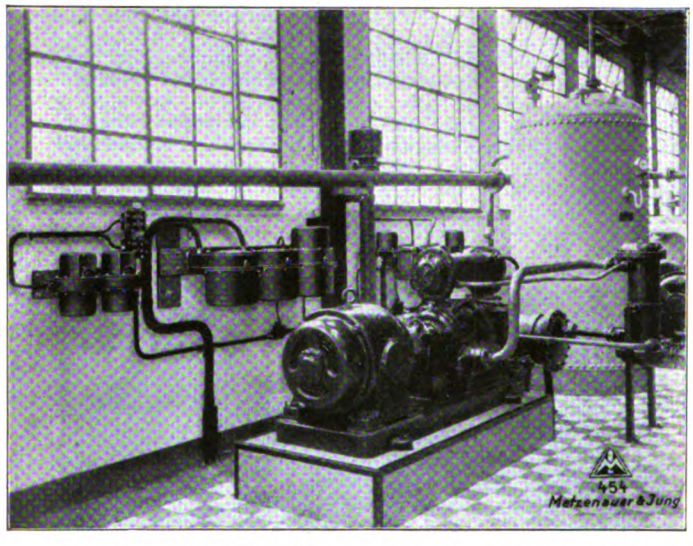


Abb. 2. Vollselbsttätige Steuerung eines Kompressors in einer Ölraffinerie.

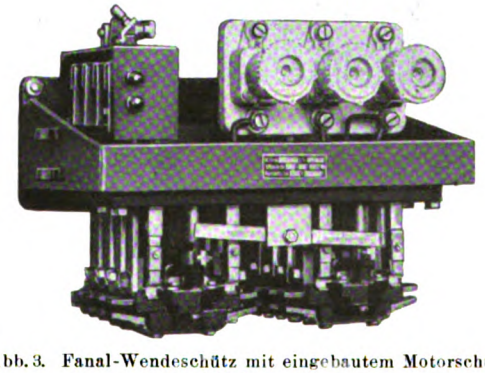


Abb. 3. Fanal-Wendeschütz mit eingebautem Motorschutz und Sicherungen.

Für die Betriebsicherheit und Kurzschlußfestigkeit ist von Bedeutung, daß bei den Modellen über 60 A die bei allen Schützengrößen anzubringenden thermischen Überstromauslöser nur mittels Stromwandler mit dem Netz in Verbindung stehen. Daher können die feinfühli-

Digitized by Google

gen Auslöser infolge der Eisensättigung der Wandler auch bei heftigen Netzkurzschlüssen keinen Schaden leiden. Die kleineren Schütze und Motorschutzapparate bis 60 A sind außerdem durch den großen Einstellbereich 1 : 3 bemerkenswert.

Nockenschaltelemente, die man auch treffend als mechanisch gesteuerte Schütze bezeichnet, bieten gegenüber dem elektromagnetisch gesteuerten Schütz manche Vorteile. Insbesondere ist es möglich, durch Aneinanderreihen von Nockenschaltelementen in Steuerschaltern auf geringem Platz erhebliche Schaltleistungen und Schalthäufigkeiten unterzubringen. Aus diesem Grunde sind Nockensteuerschalter in großer Zahl in Walzwerksbetrieben, auf Kränen und Fördermitteln, und auch im Straßenbahnbetrieb zur Einführung gelangt. Es gibt aber Fälle, in denen die Abmessungen auch des Nockensteuerschalters eine Unterbringung in Steuerkabinen usw. unmöglich machen und somit den Wunsch nach **Fernsteuerbarkeit des Nockenschalters** entstehen lassen. Auch besonders hohe Schalthäufigkeiten, die den Bedienungsmann bei direkter Betätigung des Gerätes zu sehr ermüden, lassen ein ferngesteuertes Gerät wünschenswert erscheinen. — Bisher benutzte man in diesen Fällen durch Meisterwalze betätigte Schützensteuerungen, die aber nicht immer eine ideale Lösung darstellen. Auf Straßenbahnwagen z. B. bereitet ihre Unterbringung Schwierigkeiten, da jede einzelne Schaltstufe einen großen Platzbedarf hat. In anderen Fällen, wie in den Führerkörben von Kränen, stört das dauernde Klappern der Schütze den Bedienungsmann und erschwert die Verständigung nach unten. Verlangt die Eigenart des Antriebes eine hohe Stufenzahl, so wird die Schützensteuerung sehr teuer, da jede einzelne Stufe ein komplettes Schütz erfordert.

Aus vorstehenden Erwägungen heraus hat sich die Sachsenwerk, Licht- und Kraft-Aktiengesellschaft in Niedersedlitz-Dresden schon seit Jahren mit der Entwicklung fernsteuerbarer Nockenschaltgeräte befaßt. Die erste praktische Anwendung fanden diese Apparate auf besonders schweren Straßenbahnwagen (System Sachsenwerk-Bockemühl, s. Sachsenwerk-Mitt. Bd. 5, S. 6). Neuerdings wurden auch Geräte für die Steuerung von Kränen und sonstigen aussetzenden Betrieben in Berg- und Hüttenwerken entwickelt. Abb. 4 zeigt ein Nockenschaltgerät zur Steuerung des

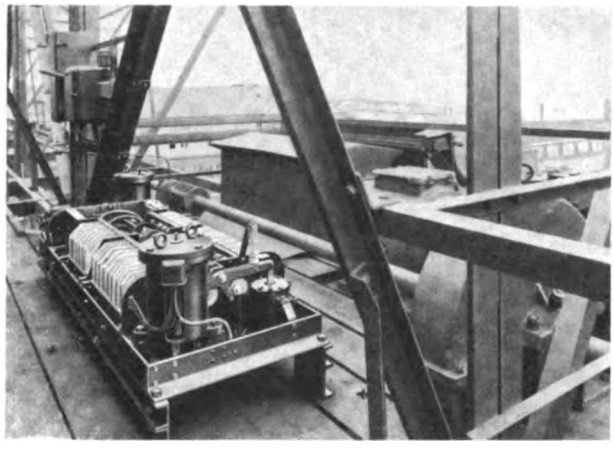


Abb. 4. Nockenschaltwerk für den Motor einer Verladebrücke.

Gleichstrom-Fahrmotors einer 220 t schweren Verladebrücke. Man sieht an der Stirnseite des Nockenschalters den Antriebsmechanismus, bestehend aus einem Gleichstrom-Bremslüftmagneten und einer einfachen einstellbaren Öldämpfung. Soll gefahren werden, so wird die im Führerhaus befindliche kleine Meisterwalze einfach in die Endstellung 4 gebracht. Der Bremslüfter versucht die Nockenwalze durchzureißen, wird aber durch die Öldämpfung daran gehindert. Die Einschaltzeit kann so eingestellt werden, daß die schwere Masse in einem Minimum an Zeit beschleunigt wird. Durch hohe Stufenzahl erreicht man vollkommene Gleichförmigkeit der Beschleunigung und Verzögerung. Soll nur mit einer Teilgeschwindigkeit gefahren werden, so kann die Meisterwalze auf Stellung 3 gebracht werden, in welcher ein Rastmagnet einfällt und die Nockenschaltwalze in der gerade erreichten mittleren Schaltstellung festhält. Auf Stellung 2 der Meisterwalze wird der Fahrmotor abgeschaltet, ohne daß der Bremslüfter fällt, so daß also Fahren mit eigenem Schwung möglich ist. Auf Stellung 1 erfolgt selbsttätiges, vollkommen sanftes Abbremsen entweder in Gegenstromschaltung oder durch generatorische Bremsung mit dem Fahrmotor. In der Nullstellung der Meisterwalze fällt der stark gedämpfte Bremslüfter.

In allen Fällen, sowohl beim Anfahren, als auch beim Bremsen wird die Energieentnahme aus dem Netz durch einen unverzögerten Stromwächter überwacht, der beim Ansprechen lediglich eine Verlängerung der Anfahr- oder Bremszeit durch vorübergehendes Festhalten der Nockenwalze bewirkt, so daß also bei Fehlschaltungen und Ungeschicklichkeit des Bedienungsmannes ein Herauswerfen des Hauptschalters vermieden wird. — Versuche haben ergeben, daß es möglich ist, die Meisterwalze von „volle Fahrt vorwärts" auf „volle Fahrt rückwärts" durchzureißen, ohne daß dadurch der Netzschalter herausgeworfen wird und ohne daß unzulässige Verzögerungskräfte auftreten.

Durch die Wahl des ferngesteuerten Nockenschaltwerkes für den Antrieb der vorerwähnten schweren Verladebrücke konnten demnach folgende Vorteile erreicht werden:

1. Anfahren und Stillsetzen der schweren Masse unter Kontrolle der Energieentnahme in verkürzter Zeit unter Ausschaltung der besonderen Geschicklichkeit oder Aufmerksamkeit des Bedienungsmannes;
2. große Stufenzahl mit ihren Vorteilen ohne wesentliche Mehrkosten, da jede weitere Stufe ein Nockenschaltgerät nur unwesentlich verteuert gegenüber dem bei Schützensteuerungen erforderlichen Mehrpreis für ein weiteres Schütz je Stufe;
3. hohe Schaltleistung der Nockenelemente;
4. größere Betriebsicherheit infolge Wegfallens der vielen Einzelschützspulen;
5. Zusammenfassung des gesamten Steuergerätes in einem Kasten und damit bequeme Aufstellung und Montage. Aufstellung im Freien ist möglich (Abb. 4) — bei aus Einzelschützen zusammengesetzten Steuerungen ist hingegen meist Anfertigung der Schaltung bei der Montage erforderlich, und die Aufstellung ist wegen der notwendigen häufigen Kontrolle nur in gut zugänglichen Räumen möglich;
6. Vermeidung des für den Kranführer sehr störenden klappernden Geräusches der Schützensteuerung.

Aus vorstehendem geht hervor, daß mit dem fernsteuerbaren Nockenschalter ein Gerät geschaffen worden ist, welches die bisher benutzten Apparate vorteilhaft ergänzt und in bestimmten Fällen wesentliche Vorteile bietet.

Nicht nur im Kraftwerkbetrieb spielen **Schnellregler** eine Rolle. Auch für elektromotorische Antriebe sind Regler oft von großem Vorteil, sei es zur Drehzahl- oder zur Stromreglung. Die meisten der bisher gebräuchlichen Schnellregler sind Vibrationsregler, deren Arbeitsweise zwangläufig zur Folge hat, daß sie immer in Tätigkeit sein müssen, auch ohne daß eine Regelung vor sich geht. Dadurch wird die Beanspruchung der in dem Regler verwendeten Kontakte und sonstigen bewegten Teile sehr groß. Außerdem sind für größere Leistungen viele zusätzliche Teile (Relais) erforderlich, die dauernd überwacht und gepflegt werden müssen. Diese Regler sind verhältnismäßig teuer, ihr Aufbau, Schaltung und Wirkungsweise sind recht verwickelt, so daß zur Beseitigung von Störungen meistens eine besonders geschulte Person erforderlich ist. Die S S W haben nun 2 Schnellregler entwickelt, denen diese Nachteile nicht anhaften; sie sind bedeutend billiger als Vibrationsregler und im Aufbau und Betrieb so einfach, daß ihre Behandlung keinerlei Schwierigkeiten macht, den Kohledruck- und den Wälzregler.

Die **Wälzregler** K 1100 (Abb. 5) zeichnen sich durch eine sehr hohe Regelgenauigkeit von etwa ± 0,5 % des Sollwertes aus. Die Regelwiderstände werden durch zwei Wälzbügel über Silberschaltstücke zu- und abgeschaltet. Die Schaltbewegung der Wälzbügel wird durch ein Sole-

Digitized by Google

noid gesteuert, das für Spannungs- oder Stromregelung ausgeführt werden kann. Die Schaltleistung und die eingebauten Widerstände reichen z. B. bei 220 V für selbsterregte Erregermaschinen mit etwa 1,4 kW Erregerleistung aus. Die Regler werden nicht nur zur Spannungsregelung von einzeln oder parallel arbeitenden Gleich- oder Drehstromgeneratoren und zur Drehzahlregelung angewandt, sondern auch als Stromregler und in Sonderausführung als cos φ-Regler. Die **Kohledruckregler** K 1051 und K 1050 (Abb. 6) erreichen bei Gleichstrom eine Regelgenauigkeit von etwa ± 1,5 % und bei Wechselstrom von etwa ± 1,2 % des Sollwertes. Die Regelwiderstände sind aus Kohleplättchen geschichtete Säulen, die von einem Solenoid in Abhängigkeit von der zu regelnden Größe mehr oder weniger zusammengepreßt werden und dadurch ihren Widerstand verändern. Die Regler werden zur Spannungsregelung von Gleich- oder Drehstromgeneratoren oder zur Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren, oder auch als Stromregler benutzt. K 1051 mit nur einer Kohlesäule wird für kleine Generatoren bis zu 0,35 kW Erregerleistung bzw. bis etwa 10 kW Generatorleistung, z. B. in Eigenanlagen, verwendet, während K 1050 mit vier Kohlesäulen sich für größere Einheiten (bis zu 2 kW Erregerleistung bzw. bis etwa 80 kW Generatorleistung) eignet.

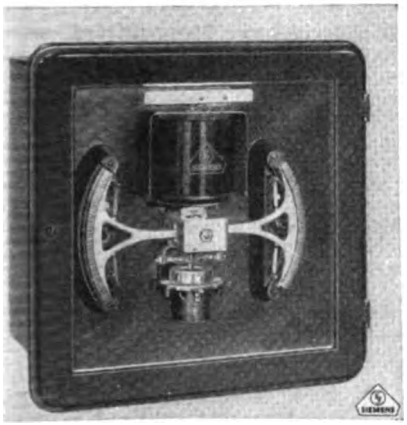


Abb. 5. Wälzregler K 1100 der SSW.

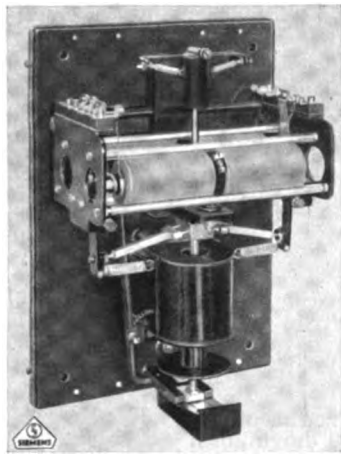


Abb. 6. Kohledruckregler K 1050 der SSW.

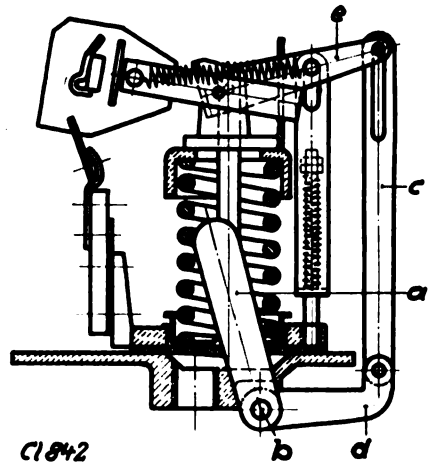


Abb. 7. Druckregler der Firma Rheostat.

Schon bei den Reglern zeigt sich das Bestreben, sich einmal von der Unzulänglichkeit der Handregelung freizumachen und anderseits eine unnötige Belastung mit einer ermüdenden Beaufsichtigung einer Anlage geringen Umfangs zu vermeiden. So spielt diese Frage eine große Rolle in Wasserversorgung und Druckluftanlagen, wo ein Motor selbsttätig bei einem bestimmten kleinsten Druck einzuschalten und bei Erreichung eines Höchstdruckes wieder auszuschalten ist. In anderen Anlagen, z. B. Kältemaschinen, werden diese Schalter auch mit umgekehrter Funktion verwendet. In manchen Fällen, z. B. bei Druckluftanlagen von Tankstellen, ist es aber zeitweilig erwünscht, daß die Wiedereinschaltung schon früher als bei der eingestellten kleinsten Druckgrenze erfolgen soll.

Die **„Rheostat"**, Spezialfabrik elektr. Apparate Edmund Kussi G. m. b. H., Dresden-N., hat nach dem Prinzip der bekannten Membranschalter einen **Druckregler** durchgebildet. Die Abb. 7 zeigt denselben in seitlicher Ansicht. Neben den bekannten Konstruktionselementen besitzt der Druckschalter einen Handhebel *a*, eine in zwei an der Grundplatte befestigten Lagern gelagerten Übertragungsachse *b* und die Übertragungshebel *c* und *d*. Die Hebel *c* und *d* übertragen die Handbewegung auf den Einschalthebel *e*, welcher auch am normalen Druckschalter vorhanden ist. Normalerweise schaltet der selbsttätige Druckschalter den Motor bei einem bestimmten, eingestellten kleinsten Druck ein und bei einem Höchstdruck aus. Wird der Schalter, bevor der Druck auf den kleinsten eingestellten Druck gesunken ist, durch den Handhebel eingeschaltet, so erfolgt ebenfalls bei dem eingestellten Höchstdruck die Wiederausschaltung. Man hat durch diesen Schalter demnach die Möglichkeit, bei jedem Druck innerhalb der eingestellten Druckgrenzen den Motor von Hand einzuschalten, ohne die selbsttätige Ein- und Ausschaltung dadurch unwirksam zu machen. Die unmittelbare Handeinschaltung kann auch durch Ferneinschaltung ersetzt werden. In diesem Falle kann die Schaltbewegung durch einen am Druckschalter angebrachten Elektromagneten erfolgen.

Die Firma F. Klöckner K.-G., Köln-Bayenthal, hat auf dem Gebiet der selbsttätigen Schaltgeräte für Haushalt und Industrie eine ganze Reihe von Konstruktionen entwickelt, deren wichtigste nachstehend beschrieben sein sollen. Ein großer Teil der Neukonstruktionen bewegt sich auf dem Gebiet der **Kälteindustrie.** Abb. 8 zeigt ein neu entwickeltes **druckgesteuertes Wasserventil** für die Kühlung von Kälteanlagen in Abhängigkeit vom Druck und damit der Temperatur des Kältemittels. Das Ventil zeichnet sich dadurch aus, daß es unabhängig von der Lufttemperatur, bedingt durch die jahreszeitlichen Schwankungen, die durchfließende Kühlwassermenge regelt. Druckraum und Ventilkegel liegen auf einer Achse verhältnismäßig nahe beieinander. Die Gesamtabmessungen konnten auf diese Weise kleingehalten werden.

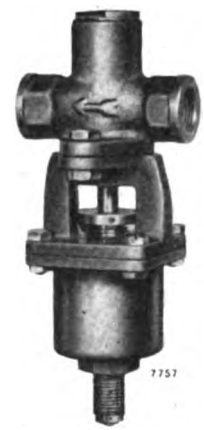


Abb. 8. Druckgesteuertes Wasserventil.

Abb. 9. Magnetgesteuertes Kühlwasserventil.

Abb. 9 zeigt ein **magnetgesteuertes Kühlwasserventil.** Dieses Ventil ist im Gegensatz zu dem Modell 1933 mit Hilfsdüse eingerichtet derart, daß der Magnet lediglich diese kleine Düse zu öffnen hat und infolgedessen mit ganz geringen Abmessungen und einer Stromaufnahme von nur 8 VA bei Wechselstrom auskommt. Durch diese Düse werden Druckunterschiede im Ventil erzeugt, die nun die volle Öffnung durch das Wasser selbst hervorrufen.

Digitized by Google

Die **Klein-Druckregler** der neuesten Form unterscheiden sich von dem Modell 1933 durch eine glatte Haube, die weiterhin Dichtungen aufweist; die Leitungseinführung geschieht durch Stopfbuchsen und nicht nur wie früher durch Stecker. Weitere Verbesserungen wurden erzielt bezüglich der Einstellbarkeit. Die Druckdifferenz zwischen Ein- und Ausschaltung ist nicht mehr durch die Hauptfeder, sondern vor allen Dingen durch eine Zusatzfeder erreicht. Die Einstellvorrichtung liegt konaxial zu der Einstellschraube der Hauptfeder. Die Anordnung macht schleichende Kontaktgebung unmöglich (Abb. 10). Mit denselben Konstruktionselementen ist ein **Klein-Schwimmerschalter** aufgebaut. Auch der **Kühlwasser-Überwachungsschalter** wird mit den Konstruktionselementen des neuen Klein-Druckreglers aufgebaut. Der Druckabfall wird, wie bisher, durch Einstellkegel erzwungen.

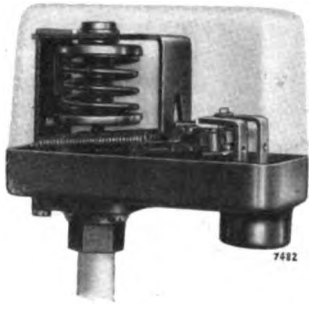


Abb. 10. Klein-Druckregler.

Die **Thermostaten** der Klöckner K.-G. zeichnen sich gegenüber der Konstruktion des Jahres 1933 durch einen eingebauten Umschalter für Handbetätigung aus. Der Umschalter gestattet Übergang vom selbsttätigen Betrieb auf Dauer-Ein- bzw. Ausschaltung. Ferner wurde die Druckkapsel neben die Gegenfeder gelegt. Für beide Elemente wurde auf diese Weise eine größere Freizügigkeit in der Konstruktion gewonnen und günstigere Abmessungen erzielt. Diese Geräte werden in üblicher Weise als Raum-, Sole- und Verdampfer-Thermostaten in äußerlich gleicher Ausführung geliefert.

Auch die Union G. m. b. H., Spezialwerk elektr. Schaltgeräte, Borsdorf-Leipzig, hat auf dem Gebiet der **Isolierstoffschaltgeräte** eine neue Reihe entwickelt, die sie in diesem Jahr zur Messe ausstellt. Es handelt sich um sinnreiche Neukonstruktionen, wobei die Erfahrungen, die man in den letzten Jahren auf dem Gebiete von Isolierstoffschaltgeräten gesammelt hat, zur Anwendung gekommen sind. So hat z. B. der Walzenschalter eine vollkommen neuartige, der Firma geschützte Rastung, wodurch ein denkbar weiches Schalten und äußerst sicheres Rasten erreicht wird. Die Konstruktionselemente der Rastung versprechen eine lange Lebensdauer. Bei den Kontaktfingern ist man auch von der üblichen Art der Blattfedern mit angenieteten Kupferklötzen abgegangen und hat einen neuen Finger konstruiert, wobei ein Federbruch unmöglich ist und eine gute Kontaktübertragung gewährt wird. Die dem Verschleiß unterworfenen Teile der Finger sind leicht auswechselbar.

Neben diesem einfachen Walzenschalter wird gleichzeitig ein 3poliger isoliertgekapselter Sicherungskasten und ein gekapselter Walzenschalter mit Sicherungen mit ebenfalls nach ganz neuen Gesichtspunkten konstruierter doppelter Verriegelung auf den Markt gebracht, der ebenfalls der Erbauerin geschützt ist. Die vorerwähnten Geräte können zusammengesetzt werden. Eine solche Verteilungsanlage ist auf dem Messestand zu sehen.

Im Bergbau spielt der **schlagwettersichere** Aufbau der **Schaltgeräte** eine außerordentlich wichtige Rolle. Auf dem Stand der Calor, Elektrizitäts-AG., Duisburg, sind Fernschalter mit Motorschutz ausgestellt, die einen im gleichen Gehäuse eingebauten Trenn- und Trennumschalter besitzen. Dieser Trennschalter ist mit dem Automaten verriegelt. Eine besondere Einrichtung gestattet den mit starker Silberauflage und Schnellschaltung versehenen Trennschalter bei Versagen des Motorschutzschalters als Hauptschalter zu verwenden, um auf jeden Fall die Förderung beenden zu können. Die unverzögerte Kurzschlußauslösung, die bei Kurzschlußläufern sonst sehr hoch eingestellt werden muß, kann bei diesen Schaltern auf den 1,4fachen Betriebstrom eingestellt werden, da eine besondere Vorrichtung vorhanden ist, die die Kurzschlußauslösung während einer einstellbaren Anlaßzeit auf z. B. den 8fachen Betriebstrom erhöht. Außerdem ist thermische Auslösung vorhanden. Der besondere Vorteil dieser Schalter liegt in ihrem geringen Platzbedarf. Der Kasten besitzt kombinierten Schiebe-Klappdeckel, der durch einen mit Spezialschlüssel zu bedienenden Exzenter geöffnet wird.

Abb. 11. Schlagwettergeschützter Druckknopf.

Für die Betätigung dieser Trennschalter wird ein **schlagwettergeschützter „Druckknopf"** gezeigt (Abb. 11). Hier ist man jedoch absichtlich von der Schiebebewegung der Druckknöpfe zur Drehbewegung übergegangen, weil dadurch eine größere Dichtigkeit erreicht werden kann, ohne daß ein Klemmen auftritt. Ferner sind **schlagwettergeschützte Strommesser** ausgestellt, die sowohl einzeln als auch in Verbindung mit Schaltern Verwendung finden können. Sie sind in Leichtmetallgehäusen eingebaut.

Die Firma Max Purrmann, Düsseldorf, weist auf die besondere Ausführung ihrer **Niederspannungs-Schaltapparate** hin, deren Isolatoren in weitestem Maße Trockenflächen als Kriechstromschutz haben.

Die Firma Friedrich Brendel, München, weist auf den ihr erteilten Schutz auf einen besonders ausgeführten **Schalter** hin. Bei diesem Schalter wird der Luftspalt zwischen den beiden Schalterteilen durch drehbar gelagerte Walzen ausgefüllt, die das beim Schalten auftretende Feuer im Entstehen abquetschen. Der Schalter ist so aufgebaut, daß zwischen die beiden Lichtbogen-Fußpunkte sich ein Isolierstück schiebt, das eine mechanische Unterbrechung des Lichtbogens bewirkt.

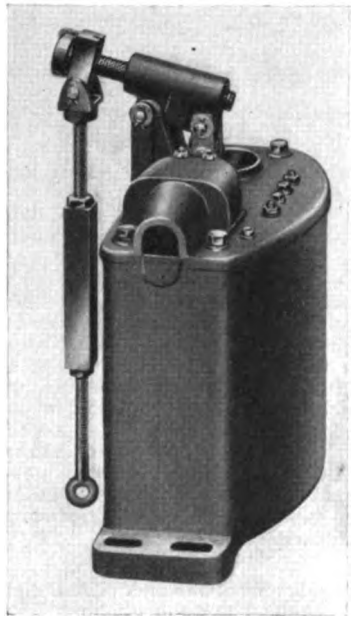


Abb. 12. Ölbremslüftmagnet.

Heute spielen **Ölbremslüftmagnete** für eine große Reihe von Betrieben eine erhebliche Rolle, da ihre Hubarbeit sich sofort jeder Bremse anpassen läßt, der Hub und die Zugkraft eine Feineinstellung zulassen und sie zuverlässig und geräuschlos arbeiten. Auf diese Vorzüge ihres in Abb. 12 dargestellten „ROME"-Magneten weist die Firma ROME, Spezialfabrik elektr. Schaltapparate, Berlin, hin und betont als weiteren Vorteil die für alle Hübe gleich große Hubarbeit.

Verschiedenes.

Seit Jahren spielt die **Erneuerung gebrauchter Mineralöle** eine große Rolle. Elektrizitätswerke regenerieren ihre Isolieröle für Transformatoren und Ölschalter und ihre Turbinenöle; Fahrzeugbetriebe und alle Arten von Industrieunternehmungen ersparen große Beträge durch die laufende und immer wieder wiederholte Aufbereitung der anfallenden Altöle aus Maschinen, Vergaser- und Dieselmotoren, Kompressoren usw.

Die hierfür erforderlichen Apparate baut Brown Boveri & Cie. in Mannheim, seit langen Jahren, und zwar nach den beiden bekanntesten Verfahren, dem „Bensmann-Floridin-Verfahren" und dem „Wara-Verfahren" nach Dr. Wischin. Mit dem Ölregenerator nach dem „Bensmann-Floridin-Verfahren" ist es möglich, gebrauchte Betriebsöle wieder in einen dem Frischöl gleichwertigen Zustand zu bringen (Abb. 1). Das wesentliche Merkmal dieses Verfahrens liegt darin, daß das Altöl in einem geheizten Gefäß (Mischgefäß) auf eine bestimmte Temperatur erwärmt und darauf mit einem Polymerisationsmittel (Schwefelsäure) vermischt wird. Durch das Poly-

Digitized by Google

merisationsmittel werden die Zersetzungsrückstände aus dem gebrauchten Öl in asphaltartige Stoffe übergeführt, die im Öl in feinster Verteilung ausfallen und zu Boden sinken, wobei sie den kolloidalen Kohlenstoff mitreißen. Die letzten Reste von Kohlestoff und Teerteilchen werden in einem zweckmäßig geheizten Klärbehälter ausgeschieden und dem Öl in einem mit Floridin gefüllten Filter die noch vorhandenen Polymerisationsrückstände durch Absorption entzogen. Floridin ist ein natürliches Aluminium-Magnesium-Hydrosilikat, das sich durch große Porigkeit, Widerstandsfähigkeit und stets gleiche Beschaffenheit auszeichnet; die Körnung des Floridins kann der Viskosität der Öle angepaßt werden. Der Grad der Reinigung während des Filterns hängt in gewissen Grenzen von der Zeit ab, während der das Floridin auf das zu reinigende Öl einwirkt. Die Menge des verwendeten Floridins beträgt etwa 10 % des Öldurchsatzes. Das Floridin wird allmählich bis zur völligen Erschöpfung ausgenutzt; es muß aber vor jeder Füllung erneuert werden. Es sind bestimmte Körnungen des Floridins für bestimmte Ölsorten zu verwenden.

Die oben geschilderte Behandlung in der Floridin-Filter-Anlage genügt für die Wiederherstellung von allen Isolier- und auch Schmierölen, die keine Treibstoffreste (Benzin, Benzol, Gasöle) enthalten. Enthalten sie solche, so müssen sie in einer Destillieranlage behandelt werden. BBC liefert zu diesem Zweck sogenannte Benzinabscheider. In diesem Gerät wird das Öl auf etwa 140 bis 160 ° aufgeheizt und die Treibstoffe durch Hindurchleiten von überhitztem Wasserdampf durch das Öl ausgeschieden. Die Erwärmung des Öles als auch die Erzeugung des überhitzten Wasserdampfes erfolgt auf elektrischem Wege.

Das Wara-Verfahren nach Dr. Wischin eignet sich besonders für die vollkommene Wiederherstellung hochwertiger Schmieröle aus Verbrennungsmotoren, insbesondere für Autoöle.

Die nach vorstehenden Verfahren behandelten Altöle sind in ihren Eigenschaften den entsprechenden Neuölen vollkommen gleichwertig und können für ihren ursprünglichen Zweck wieder verwendet werden. Beobachtungen in der Praxis haben in manchen Fällen sogar gezeigt, daß die aufbereiteten Öle den Neuölen überlegen sind[1]).

Zur Erläuterung seien in den Zahlentafeln 1 u. 2 einige Analysendaten von neuem, regeneriertem und gebrauchtem Öl wiedergegeben.

Zahlentafel 1. Autoöl.

Aussehen	Frischöl rötlichbraun, klar, zähflüssig, schwach fluoreszierend	gebrauchtes Öl schwarzbraun und durchsichtig	regeneriertes Öl rotbraun, klar zähflüssig, kaum fluoreszierend
Spez. Gewicht bei 15 °C	0,934	0,942	0,926
Flammpunkt	225 °C	160 °C	227 °C
Brennpunkt	270 °C	270 °C	278 °C
Viskosität bei 50 °C	12,9°	16,5°	12°
Stockpunkt	—10 °C	—10 °C	—25 °C
Asche	0,003%	0,14%	0,008%
Säurezahl	0,112	2,30	0,084
in Normalbenzin unlösliche asphaltartige Stoffe	keine	reichlich vorhanden	keine

Zahlentafel 2. Transformatoröl.

Äußere Erscheinung	Altöl	Regenerat
Farbe	braun	hellgelb (2)
Geruch	normal	normal
Schlamm nach 5 Tagen	geringe Menge Schlamm	kein Schlamm
Säurezahl	0,36 mg	0,03 mg
Stockpunkt	—23 °C	—23 °C
Normalbenzinfüllung	geringe Menge Schlamm	kein Schlamm
Zentrifugierprobe	viel Sediment	kein Sediment
Wassergehalt	nicht vorhanden	nicht vorhanden

Die Bensmann-Floridin-Filter-Anlagen werden in verschiedenen Typen mit einer Tagesleistung von 25 kg an bis zu einer Tagesleistung von 1000 kg und darüber hergestellt. Der Wara-Apparat ist für eine Tagesleistung von 50 l und 200 l lieferbar. Es besteht also die Möglichkeit für Groß- und Kleinbetriebe, ihre anfallenden Öle selbst aufzubereiten. Bereits bei einem Ölanfall von 200 bis 300 kg im Monat dürfte sich die Aufstellung einer Eigenanlage lohnen.

Die Betriebskosten der Aufbereitung richten sich nach der zur Verarbeitung gelangenden Ölmenge bzw. der Größe des Apparates und nach dem Grad der Verschmutzung bzw. Alterung. Die Ausbeute richtet sich ebenfalls nach dem Grad der Verschmutzung. Bei Isolierölen kann man mit einer Ausbeute von 85 ··· 90 % und bei Schmierölen mit einer Ausbeute von etwa 80 % rechnen.

[1]) s. Elektr.-Wirtsch. Bd. 32. S. 497 (1933).

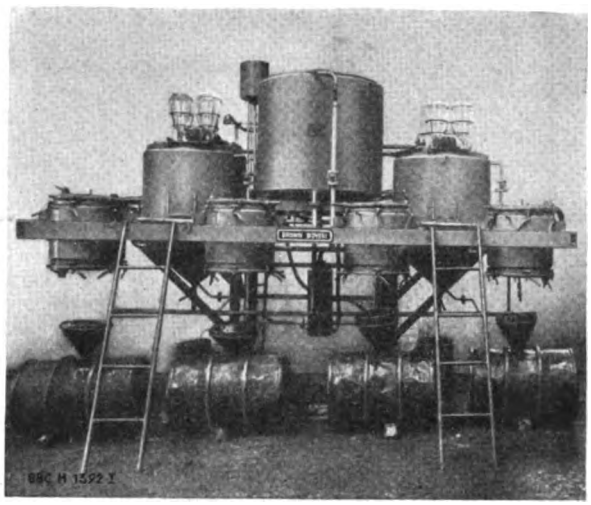


Abb. 1. Bensmann-Floridin-Anlage.

Bei der eigenen Durchführung der Ölregeneration wird man mit Rücksicht auf die geringeren Kosten die Auswechslung der im Betrieb befindlichen Isolier- und Schmieröle öfters vornehmen und somit die Lebensdauer der Maschinen und Apparate verlängern, wodurch weitere Ersparnisse erzielt werden können.

Außer den bereits erprobten Konstruktionen aus früheren Jahren werden bei der diesjährigen Messe wiederum Antriebsmotoren gezeigt, die Verbesserungen erfahren haben oder die erstmalig auf den Markt kommen.

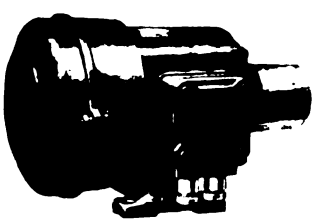


Abb. 2. Antriebsmotor für Molkereibetrieb.

Die vom Sachsenwerk, Licht- und Kraft AG., Niedersedlitz/ Sa., zum erstenmal im vorigen Jahr gezeigten geschlossenen **Drehstrommotoren** mit Oberflächenbelüftung werden jetzt auch als Sondermotoren für Molkereibetriebe hergestellt (Abb. 2). Zahlreich ist die von derselben Firma gezeigte Reihe neuer Kleinstmotoren in Sonderausführung zum Antrieb von Büromaschinen, Kaffeemühlen, Fleischschneidemaschinen u. dgl.

Auch die Heemaf S. K. A. Motorenwerk AG. hat neue Typen ihrer normalen K. A.- und S. K. A.-Motoren herausgebracht. Die letztere Type wird am besten dort verwendet, wo eine Werkzeugmaschine durch Druckknopfsteuerung ohne Betätigung eines Sterndreieckschalters in Betrieb gesetzt werden soll.

Die Metalluk G. m. b. H., Bamberg, zeigt auch in diesem Jahr wieder ihre **Metalluk-Fliehkraftriemenscheibe** und **Kupplung**, die es gestattet, ohne besondere Anlaßorgane ein stoßfreies, sicheres Anfahren auch von schweren Antrieben zu ermöglichen. Die Metalluk-Scheibe besteht aus einem Gußstern, der auf der Welle des Motors aufgekeilt ist, der eigentlichen Riemenscheibe, die lose über diesen Stern geschoben und auf demselben gelagert ist und einem Füllgut aus Stahlkugeln, das in die zwischen Scheibe und Stern entstehenden Kammern eingefüllt ist. Das eigentliche Kupplungsmittel sind also die Stahlkugeln, die bei zunehmender Umdrehungszahl des Gußsterns mit wachsendem Druck gegen die Innenseite der Scheibe geschleudert werden und diese daher mitnehmen. Klemmungen und Ermüdungsschäden sind daher ausgeschlossen.

Zur raschen Nachrichtenbeförderung haben sich Rohrpostanlagen in Privatbetrieben jeder Art eingeführt. Dafür hat die Firma E. Zwietusch & Co. neue Rohrpostanlagen entwickelt. Das Ziel der Arbeiten war, die

Digitized by Google

Apparate so zu vervollkommnen, daß bei einfachster Bedienung größte Betriebsicherheit erreicht wird. Großes Interesse darf das neue **Weichen-Rohrpostsystem** für sich beanspruchen (Abb. 3). Es handelt sich hier um eine Haus-

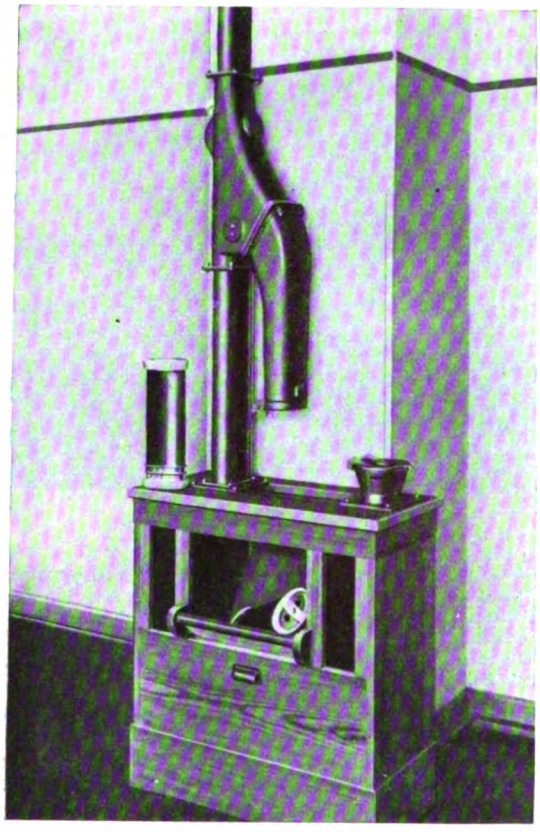


Abb. 3. Haus-Rohrpostanlage nach dem Weichensystem.

rohrpostanlage, bei der das Ziel jeder Sendung von dem Absender auf der Büchse eingestellt wird. Bemerkenswert ist die außerordentlich einfache Zielkennzeichnung durch Einstellen zweier Ringe am Büchsenkopf, die sich kaum von den bisher verwendeten unterscheiden und einen wahlweisen Verkehr von 64 Stationen untereinander ermöglichen. Die elektrische Steuerung erfolgt durch Schaltmittel, die sich in der Fernsprechtechnik seit Jahrzehnten bewährt haben. Es sei besonders auf die Möglichkeit hingewiesen, die Rohrpoststationen unauffällig unter dem Schaltertisch eines Geschäftsraumes einzubauen. Die seit Jahren in allen möglichen Betrieben bewährte **Zwietusch-Kleinrohrpost** ist in einer Anlage mit drei Stationen zu sehen. Eine Hauptstelle hat die Möglichkeit, mit zwei anderen Stationen wechselseitig zu verkehren. Die wesentlichen Vorteile einer solchen Anlage sind die einfache Bedienung, billiger Aufbau durch Verwendung eines gewöhnlichen Staubsaugers als Gebläse und die außerordentlich niedrigen Betriebskosten, die auch dem kleinsten Betriebe die Anschaffung ermöglichen.

In den Bergwerk- und Steinbruchbetrieben hat sich der **elektrische Zünder** weitestgehend durchgesetzt. Die Vereinigte Zünder- und Kabelwerke AG., Meißen, zeigt auf ihrem Stand den Herstellungsgang elektrischer Zünder, die Abnahmeprüfungen, die Benutzung der Zünder unter Verwendung von Zündmaschinen. Außerdem werden Proben der in Verbindung mit den elektrischen Zündern verwendeten Sprengkapseln und Zündschnüre vorgelegt.

Schließlich sei noch an eine Anwendung der Elektrizität gedacht, die mittelbar für deutsche Wertarbeit auf elektrotechnischem Gebiete wirbt, der elektrischen Modelleisenbahnen.

Vor einigen Jahren wurden vom VDE Vorschriften für elektrisches Spielzeug erlassen. Die Bedeutung dieser Vorschriften liegt wohl vor allem darin, daß der Jugend, die ja das kostbarste Gut jeder Nation darstellt, ein gefahrloses und doch dem Zeitalter der Technik würdiges Spielzeug in die Hand gegeben werden konnte. Die Firma Gebr. Märklin & Cie. G. m. b. H., Göppingen, liefert nur noch Modelleisenbahnen und sonstiges elektrisches Spielzeug, die den Vorschriften entsprechen, und hat durch umfassende Aufklärung sowohl das kaufende Publikum als auch den Zwischenhandel entsprechend belehrt. Die seinerzeit gewählte mittlere Betriebspannung von 20 V hat sich bestens bewährt und wurde zur Einheitspannung für das gesamte Gebiet der elektrischen Modell- bzw. Spielzeugeisenbahnen übernommen. Wie dieses schon kürzlich an anderer Stelle ausgeführt wurde[2]), mußte der Spielzeug-Eisenbahnbau zu einem Modell-Eisenbahnbau umgewandelt werden.

Aber nicht nur bei „elektrischen Lokomotiven" hat sich der elektrische Betrieb durchgesetzt, sondern dieser steht auch im Begriff, sich das gesamte Gebiet des Antriebs auch der Dampflokomotivenmodelle zu erobern. — Früher stand man auf dem Standpunkt, daß eine Maschine in der Form einer Dampflokomotive tunlichst nicht mit einem Elektromotor auszustatten ist, weil dieses der Wirklichkeit nicht entspräche, aber unsere heutige Jugend und namentlich die Modelliebhaber sind schon so weit unterrichtet, sodaß eine Dampflokomotive mit Elektromotor ebenso wenig in Wirklichkeit besteht, wie dies für die Uhrwerkmodelle gilt, daß eine Irreführung der Phantasie wohl nicht zu befürchten ist; sie nehmen deshalb das scheinbar Widersinnige dieses Modells auch in Kauf, wenn sie die zahlreichen Vorteile des elektrischen Betriebs mit seiner feinsten Abstufbarkeit der Geschwindigkeit, ohne die Maschine berühren zu müssen, und vollkommener Fernschaltung auch an einer in der Dampfform hergestellten Lokomotive wahrnehmen können.

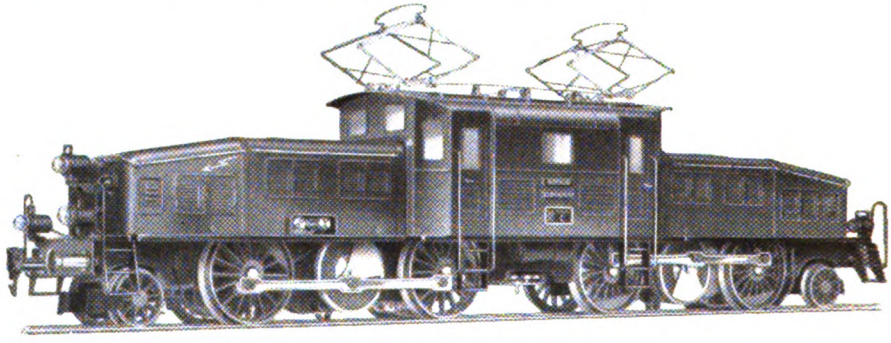


Abb. 4. Modell einer schweren Güterzuglokomotive.

Die in Abb. 4 wiedergegebene schwere Güterzuglokomotive zeigt, was auf diesem Gebiete in der deutschen Elektro-Spielwarenindustrie geleistet worden ist.

[2]) s. R.T.A. Nachrichten vom 19. XII. 1934 „Vom Spielzeug zum Modell".

Digitized by Google

NACHRICHTEN VON DER LEIPZIGER FRÜHJAHRSMESSE 1935.

Dauer der Messe.

Die Leipziger Frühjahrsmesse dieses Jahres beginnt am Sonntag, dem 3. III., und dauert für die Mustermesse bis Sonnabend, den 9. III., mittags, für die Große Technische Messe und Baumesse bis Sonntag, den 10. III., abends.

Bevorzugte Rohstoffzuteilung für Exportaufträge der Leipziger Frühjahrsmesse 1935.

Das Reichswirtschaftsministerium hat seine Bereitwilligkeit erklärt, im Verein mit dem Leipziger Meßamt Sorge dafür zu tragen, daß Anträge von Ausstellern der Leipziger Frühjahrsmesse 1935 auf Zuteilung von Rohstoffen für die Durchführung der auf der Messe erhaltenen Exportaufträge im beschleunigten Verfahren erledigt werden. Die entsprechenden Anträge werden während der Leipziger Frühjahrsmesse 1935 im Leipziger Meßamt durch Abstempelung kenntlich gemacht.

Zeitplan der Sonderveranstaltungen.

1. 10. III. (So), 11 h, Halle 20: „Meßtreffen der Technik", veranstaltet vom Amt für Technik der NSDAP in München, dem NS-Bund deutscher Technik und der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit (RTA). Thema: „Staat, Technik und Wirtschaft."

   Es werden sprechen:

   1. Reichsstatthalter in Sachsen, Gauleiter Mutschmann;
   2. Staatssekretär Dr.-Ing. E. h. Ohnesorge, Vorsitzender des VDE;
   3. Dr.-Ing. E. h. Arnhold,
   4. Dr.-Ing. Schult VDI;
   5. der Beauftragte für die Technik und deren Organisationen, Dr.-Ing. Todt.

2. 5. u. 6. III. (Di u. Mi), 10 h, Haus der Elektrotechnik, Preßstofftagung und Preßstoff-Sonderschau[1]), veranstaltet von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, Fachuntergruppen „Preßstoffe" und „Preßmassen", mit folgenden Vorträgen:

   5. III.
   1. Dr. Passavant, Erhöhung der Sicherheit durch Verwendung von Kunstharz-Preßstoffen als Isolierstoffe.
   2. Dr. Röhrs, Fragen des Rohstoffes.
   3. Obering. Schramm, Elektrotechnische Erzeugnisse aus Kunstharz-Preßstoffen und ihre Fabrikation.

   6. III.
   4. Direktor Hermanni, Elektrotechnische Erzeugnisse aus Kunstharz-Preßstoffen und ihre Konstruktion.
   5. Reg.-Rat Dr. Vieweg, Elektrotechnische Erzeugnisse aus Kunstharz-Preßstoffen und ihre Prüfung.
   6. Dir. Dr. Leysieffer, Die wirtschaftliche Bedeutung der Verwendung von Preßstoffen.

   Diese Vorträge werden allen interessierten Fachleuten durch Zusammenfassung in einer kleinen Broschüre zur Verfügung gestellt, um den hierfür hauptsächlich in Betracht kommenden Kreisen, die mit der Konstruktion, der Herstellung und der Verarbeitung von Isolierpreßstoffen zu tun haben, Unterlagen über deren vorteilhafte Anwendung besonders in der Elektrotechnik an Hand zu geben. Kenntnis und Berücksichtigung aller bei der Auswahl des Werkstoffes, seiner Konstruktion und Fabrikation zu beachtenden Gesichtspunkte sowie Rücksichtnahme auf notwendige Prüfungen sind hierbei von ausschlaggebender Wichtigkeit.

   Die Broschüre ist erhältlich bei der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, Berlin W 35, Corneliusstr. 3, der Stückpreis beträgt nur 0,30 RM. Der Bezug wird jedem Interessenten empfohlen.

3. 8. u. 9. III. (Fr u. Sa), 11. Betriebstechnische Tagung, 9 h 30 m, Haus der Elektrotechnik, veranstaltet von der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure (ADB) im VDI und dem Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF) beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, mit verschiedenen Vorträgen über Feinstbearbeitung und Bearbeitung von Leichtmetallen. Karten (3 RM für einen Tag, 5 RM für beide Tage) sind ab 1. III. in Halle 9, Stand 100, VDI-Auskunftstelle, vor dem 1. III. im Ingenieurhaus, Berlin, erhältlich.
4. „Sonderschau Betriebskontrollen" auf der rechten Galerie der Halle 9, veranstaltet von der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure im VDI.
5. Getriebeschau des AWF und der Wirtschaftsgruppe Maschinenbau in Halle 7.
6. Wissenschaftliche Sonderschau „Guß als Werkstoff" des Vereins Deutscher Gießereifachleute in Halle 8.
7. 8. III. (Fr), Gießereitechnische Tagung des Vereins Deutscher Gießereifachleute.
8. 6. III. (Mi), Tagung der Auslandsingenieure, veranstaltet von der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Auslandsingenieure beim VDI und der Arbeitsgemeinschaft für Auslands- und Kolonialtechnik (Akotech.)
9. 7. III. (Do), Tagung Werkstoffprüfung mittels Röntgenstrahlen, veranstaltet vom Deutschen Verband für Materialprüfung in der Technik.

Auskunftstellen.

1. VDE.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat im Hause der Elektrotechnik seine Auskunftstelle im Obergeschoß, Stand 88. Die Auskunftstelle wird während der Messe ab Sonntag, dem 3. III. 1935, geöffnet sein. In der Auskunftstelle werden Auskünfte über Vorschriften und Normen sowie über sonstige Angelegenheiten des VDE und der Prüfstelle des VDE erteilt. Außerdem wird der Messeausschuß des VDE, wie in früheren Jahren, eine Besichtigung der Messe vornehmen, um Verstöße gegen die Verbandsvorschriften auf der Messe festzustellen und die Aussteller hinsichtlich der Vorschriften zu beraten.

2. Verlagsabteilung des VDE und ETZ Verlag G. m. b. H.

Auf dem Stande der Verlagsabteilung des VDE im Vestibül gegenüber dem Eingang stellt der VDE seine Veröffentlichungen, insbesondere die soeben erschienene 20. Auflage des VDE-Vorschriftenbuchs, aus. Hier wird auch der offizielle Führer durch das Haus der Elektrotechnik kostenlos abgegeben, dem wiederum das Branchenregister des in Gemeinschaft mit dem Haus der Elektrotechnik herausgegebenen ersten Messehefts der ETZ beiliegt. Auch die beiden Messehefte der ETZ sind an diesem Stand erhältlich.

3. Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Die Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie hat auch in diesem Jahre wieder im Hause der Elektrotechnik eine

[1]) Die Vorträge werden in gekürzter Form in H. 10 der ETZ veröffentlicht.

Digitized by Google

Auskunftstelle im Stand 39, in der Auskünfte über Normen, und zwar insbesondere über DIN VDE-Normen, erteilt werden.

4. Die Normung auf der Leipziger Messe.

Der Deutsche Normenausschuß, als Zentralstelle aller Vereinheitlichungsarbeiten in Deutschland, ist auch zur diesjährigen Frühjahrsmesse in Leipzig wieder vertreten. Auf dem Stand 100 in Halle 9 werden sowohl Auskünfte über die Normung erteilt, als auch Druckschriften abgegeben und Bestellungen auf Normblätter angenommen. Eine Sammlung der deutschen Normen, deren Zahl zur Zeit rd. 5700 beträgt, liegt zur Einsichtnahme aus.

Die Schilder im Normformat A 4 mit dem Aufdruck „Wir verwenden Dinormen" bzw. „Wir liefern nach Dinormen", deren sich die Aussteller in den vergangenen Jahren gern bedienten, werden auch in diesem Jahre wieder kostenlos zur Verfügung gestellt. Firmen, die diese Hinweistafeln auf ihrem Stand aushängen wollen, werden gebeten, die benötigte Anzahl möglichst bald beim Deutschen Normenausschuß, Berlin NW 7, unter Angabe von Hallen- und Standnummer anzufordern.

Der Messeausschuß des VDE.

Bei der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse wird der Messeausschuß des Verbandes Deutscher Elektrotechniker E. V., der sich aus Vertretern der verschiedensten Fachrichtungen der Elektrotechnik zusammensetzt, wie in den Vorjahren wieder in Tätigkeit treten. Seine Aufgabe ist es, die Ausstellungstände der Hersteller elektrotechnischer Erzeugnisse aufzusuchen und die ausgestellten Waren zu besichtigen, um festzustellen, ob die Bestimmungen des VDE bei der Herstellung berücksichtigt sind. Diese Tätigkeit des Messeausschusses hat sich bisher außerordentlich bewährt, da durch die Besprechung mit den Herstellern viele wichtige Fragen über die vorschriftsmäßige Ausführung elektrotechnischer Erzeugnisse einwandfrei geklärt werden konnten. Die hierdurch veranlaßten Änderungen und Verbesserungen in bezug auf Sicherheit der elektrotechnischen Gegenstände sind für die Elektroindustrie von großem Nutzen geworden.

Anderseits ist den Mitgliedern des Messeausschusses Gelegenheit gegeben, die neuesten elektrotechnischen Erzeugnisse kennenzulernen Hierdurch werden wertvolle Erkenntnisse für die Neugestaltung und Verbesserung der VDE-Bestimmungen gewonnen, damit diese stets dem neuesten Stande der Technik angepaßt werden können.

Die Erfindermesse in Leipzig.

Die Erfindermesse, die unter Mitarbeit der Reichsgruppe Industrie, der Patentanwaltskammer und der Deutschen Arbeitsfront durchgeführt wird, ist die einzige deutsche Messe für gewerbliche Schutzrechte. Sie gibt in bisher unbekanntem Maße den Erfindern Gelegenheit, die praktische Seite ihrer Erfindung zu prüfen und Erfindungen auch wirtschaftlich auszuwerten. Die Durchführung der Erfindermesse ist von den genannten Körperschaften und dem Leipziger Meßamt einem Vertrauensmann übertragen worden, der durch einen Beirat unterstützt wird. Erfinder, die gewerbliche Schutzrechte und Patente auf der Leipziger Messe anbieten wollen, wenden sich unmittelbar an das Meßamt in Leipzig. Für Industrielle, Handwerker und Gewerbetreibende wird der Besuch der diesjährigen Erfindermesse wertvolle Anregungen für den Ausbau ihrer Fabrikation geben.

Mitgliederversammlung des Vereins „Haus der Elektrotechnik".

Am Montag, dem 4. III. 1935, nachmittags 5 h, findet im Haus der Elektrotechnik, Vortragssaal, die diesjährige ordentliche Mitgliederversammlung des Vereins statt.

Tagesordnung:

1. Vortrag der Jahresrechnung für 1934, Entlastung des Vorstands und der Geschäftsführung.
2. Neuwahl des Gesamtvorstandes.
3. Antrag der Firma vom Brocke G. m. b. H., Halver i. W., auf Änderung der Satzungen, insbesondere § 9 und 18. Eine Fassung des Antrags liegt nicht vor.
4. Verschiedenes.

Zu Punkt 4 der Tagesordnung soll auch eine Aussprache über eine etwaige Erweiterung des Hauses stattfinden, da freie Plätze nicht mehr vorhanden sind und Anfragen nach neuen Ständen vorliegen.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

(Elektrotechnischer Verein.)

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bekanntmachung.

Der Vortrag über „Bergbahnen" in der vom Elektrotechnischen Verein in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule veranstalteten Vortragsreihe „Elektrische Bahnen" am 4. III. 1935 wird von Herrn Dr.-Ing. Kurt Hilsenbeck, Oberingenieur bei der Bayrischen Zugspitzbahn, gehalten werden.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Vorschriftenbuch.

Die neue 20. Auflage nach dem Stande am 1. Januar 1935 ist soeben erschienen. Der Inhalt hat sich gegenüber der vorhergegangenen Auflage insofern stark geändert, als ein Drittel der in ihr enthaltenen Arbeiten entweder neu aufgenommen, inzwischen neu bearbeitet oder geändert wurden. Die mit der 19. Auflage eingeführten Neuerungen in Anordnung und Ausstattung haben sich bewährt, so daß sie beibehalten wurden.

Die Preise sind:

Ganzleinenband mit Daumenregister	16,20 RM,
für VDE-Mitglieder	14,60 „ .

Außerdem besteht ein

Umtauschrecht:

Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars nur der 19. Auflage . . .	13,80 RM.

Auch VDE-Mitglieder können das Umtauschrecht in Anspruch nehmen. — Der Umtauschpreis von 13,80 RM wird bei Bestellung mehrerer Exemplare für so viele gewährt, als Exemplare der 19. Auflage zurückgeliefert werden. — Ältere Auflagen als die 19. können nicht umgetauscht werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Mittelhessen, Frankfurt a. M. 6. III. (Mi), 20 h, Saal der Kunstgewerbeschule: „Neuzeitl. städtische Verteilungsnetze."

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 5. III. (Di), 20 h, T. H., Hörs. 42: „Energiewirtschaft und Kraftverkehr (Neue Wege durch Elektrofahrzeuge)." Dipl.-Ing. Blume.

VDE, Gau Ostpreußen, Königsberg. 4. III. (Mo), 20 h, Phys. Inst.: „Elektr. Antriebe in Industriebetrieben." Dr. Lesch.

Branchenregister.

Diesem Heft liegt ein aus seinen Anzeigen zusammengestelltes Branchenregister bei, das eine Übersicht über das Fabrikationsprogramm der elektrotechnischen Industrie und ihrer Zulieferanten bietet; weitere Exemplare können von der Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9, kostenlos bezogen werden.

Das Inserentenverzeichnis ermöglicht die rasche Aufsuchung der Firmenanzeigen. Es empfiehlt sich, den Anzeigenteil als Nachschlagebehelf für den Bedarfsfall aufzubewahren.

Abschluß des Heftes: 22. Februar 1935.

Für die Schriftleitung (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 7. März 1935 | Heft 10

Zur Preßstofftagung im Haus der Elektrotechnik auf der Leipziger Messe.

Am 5. und 6. März hat eine von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie veranstaltete Vortragsreihe stattgefunden, auf die wir in unserem ersten Messeheft bereits hingewiesen haben. Wir glauben, daß diese Vorträge für unsere Fachgenossen von Interesse sein werden, und geben deshalb in dem vorliegenden zweiten Messeheft ihren Inhalt in gekürzter Form wieder*). Gerade die kritische Würdigung der Eigenschaften dieser Werkstoffe in den einzelnen Berichten soll jedem Leser der ETZ neue Anregungen vermitteln und ihm die Möglichkeit geben, zu beurteilen, inwieweit die Preßstoffe für ihn von Bedeutung werden können.

Erhöhung der Sicherheit durch Verwendung von Kunstharz-Preßstoffen als Isolierstoffe.

Von Dr. H. Passavant, Berlin.

Vielleicht das am besten kennzeichnende Merkmal des heutigen Standes unserer technischen Fertigung ist die Pflege der Werkstoffkunde, die sich nicht allein auf die genaueste Prüfung der Werkstoffeigenschaften erstreckt, sondern auch dahin strebt, die Wege zur künstlichen Erschaffung neuer Werkstoffe zu erschließen, derart, daß auf allen Gebieten der Fertigung Qualitätswerkstoffe gefordert und geschaffen werden, die den jeweils besonders gearteten Beanspruchungen gewachsen sind. Während nun früher im wesentlichen das mechanische und thermische Verhalten der Werkstoffe Gegenstand ihrer Prüfung war, hat das Eindringen der Elektrizität in die technischen Arbeitsprozesse auch die Berücksichtigung rein elektrischer Eigenschaften der Baustoffe bedingt, und zwar zusätzlich zu den Anforderungen, denen sie bis dahin zu genügen hatten. Die unaufhaltsam wachsende Anwendung der Elektrizität — in den letzten zwei Jahrzehnten ist der jährliche Absatz der öffentlichen Elektrizitätswerke Deutschlands von etwa 2 auf nahezu 12 Milliarden Kilowattstunden gestiegen — läßt mit Sicherheit voraussehen, daß die elektrischen Eigenschaften der Baustoffe oder, besser gesagt, ihr Verhalten unter der Einwirkung elektrischer Vorgänge bei dem Bau aller Geräte für den Fabrikbetrieb, den Haushalt und alle übrigen Gebiete unserer Wirtschaft in Zukunft eine immer größere Rolle spielen werden.

Hierzu tritt noch ein Gesichtspunkt, auf den vor der Ausnutzung der Elektrizität keine Rücksicht genommen zu werden brauchte. Wie alle bis dahin verwendeten Energiequellen mit besonderen Gefahren verbunden waren, wie wir daran gewöhnt sind, auch im Haushalt mit Stoffen zu arbeiten, die feuergefährlich und explosiv sind, wie hochgespannter Dampf oder Wasser unter hohem Druck beim Versagen irgendeiner Vorrichtung verheerend wirken können, ebenso ist Elektrizität, die selbst reine Energie darstellt, bei allen Spannungen, unter denen sie verteilt wird, mit einer physiologischen Gefährdung des menschlichen und tierischen Organismus untrennbar verbunden. Hierbei soll zunächst nicht an die schweren körperlichen Zerstörungen gedacht werden, die beispielsweise Verbrennung durch hochgespannte Elektrizität hervorrufen kann, sondern lediglich an die Hemmungserscheinungen des Nervensystems, die durch ganz schwache Ströme schon hervorgerufen werden und unter ungünstigen Umständen den Tod herbeiführen können. Es muß daher jedes Gerät, in dem Elektrizität zur Anwendung gelangt, so gebaut sein, daß nicht nur eine unmittelbare Berührung unter Spannung stehender Metallteile im normalen Gebrauch ausgeschlossen ist, sondern darüber hinaus noch, daß ein Schaden an der elektrischen Einrichtung eine gefährliche Wirkung nach außen nicht ausüben kann.

Wie hat sich nun die Elektrotechnik, wie haben sich die Erbauer elektrischer Geräte mit diesen Forderungen abgefunden? Wir wollen zunächst nur das Gebiet der Niederspannung ins Auge fassen, also Spannungen von höchstens 250 V gegen Erde, die für die allgemeine Verteilung der Elektrizität an technisch unerfahrene Abnehmer allein in Frage kommen. Beinahe zwei Jahrzehnte lang, nachdem mit der Erfindung der elektrischen Glühlampe die Elektrizität ihre erste umfassende Anwendung gefunden hatte, wurde sie als ziemlich harmlose Kraftquelle betrachtet. Dementsprechend beschränkten sich die Konstrukteure darauf, lediglich durch mäßige Isolierung, wie Zwischenlagen von Vulkanfiber, Glimmer u. dgl., dafür zu sorgen, daß der Lauf des elektrischen Stromes auf diejenigen Teile beschränkt wurde, in denen er ausgenutzt werden sollte; im übrigen bestanden der ganze Aufbau der elektrischen Geräte und die Abdeckung der stromleitenden Teile aus Metall. Da nun anfangs beinahe ausschließlich niedriggespannter Gleichstrom von 110 V Verwendung fand, fürchtete man die Berührung elektrisch geladener Teile nicht einmal sonderlich, so daß auch deren Abdeckung durchaus nicht allgemein als notwendig erachtet wurde. Diese Auffassung wurde gründlich erschüttert, als am Ende des vorigen Jahrhunderts in einer Zuckerfabrik bei Oschersleben in einem Jahre vier tödliche Unfälle durch Wechselstrom von 110 V verursacht wurden. Zunächst wollte man an eine solche Möglichkeit überhaupt nicht glauben, sondern suchte die Unfälle mit Übertritt von Hochspannung in die Niederspannungsleitungen zu erklären, bald aber mußte man sich davon überzeugen, daß tatsächlich Niederspannung die Ursache dieser Unfälle war, zumal unter den in der betreffenden Fabrik herrschenden Arbeitsverhältnissen Bedingungen vorlagen, die die Gefährdung durch Elektrizität bedenklich erhöhen mußten. Die Elektriker suchten nun durch

*) Der ungekürzte Inhalt der Vorträge ist in einem Heft zusammengefaßt, im Verlag der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, Berlin W 35, erschienen.

Digitized by Google

besondere Schutzmaßnahmen, wenigstens für Anlagen in sogenannten durchtränkten Räumen, bei denen durch Feuchtigkeit oder chemische Reagenzien die menschliche Haut angegriffen und der Widerstand des Körpers gegen Erde verringert wird, Abhilfe zu schaffen. Zunächst erdachte man hierfür die Erdung, später Nullung und Schutzschaltung, Schutzmaßnahmen, die ich in diesem Kreise nicht zu erörtern brauche. Befriedigt haben diese Maßnahmen bis heute noch nicht. Da sich gezeigt hat, daß elektrische Unfälle durchaus nicht nur in solchen Räumen vorkommen, die man als durchtränkt bezeichnen kann, und da häufig vorhandene Schutzmaßnahmen ihren Zweck nicht erfüllt haben, weil unter Spannung stehende Metallteile der Berührung zugänglich sind, oder wenn an einem solchen Gerät Körperschluß vorkommt, so muß diesem Übelstand unmittelbar durch Verstärkung oder Verbesserung der Isolierung abgeholfen werden. Diese Anschauung steht in vollem Einklang mit dem § 3 der Errichtungsvorschriften des VDE, des Gesetzbuches der deutschen Elektrotechnik, worin klar zum Ausdruck gebracht wird, daß die Sicherheit gegen elektrische Spannung in erster Linie Aufgabe des Baues der elektrischen Geräte und sorgfältiger Montage ist, während darüber hinausgehende Schutzmaßnahmen ihrer Natur nach nur als Behelf anzusehen sind.

Wenn jetzt diese Forderung mit besonderem Ernste erhoben wird, so darf sie sich auf feststehende, einwandfreie Tatsachen stützen. Um für die Überarbeitung der Errichtungsvorschriften die unentbehrlichen Erfahrungsgrundlagen zu schaffen, hat die Vereinigung der Elektrizitätswerke, jetzt Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, seit Jahren mit der dankenswerten Unterstützung des Statistischen Landesamtes und des Ministeriums für Handel und Gewerbe eine Statistik aller tödlichen Unfälle ausgearbeitet, die in den sieben Jahren von 1927 bis einschließlich 1933 in Preußen durch Elektrizität veranlaßt worden sind, und von denen jeder einzelne, meistens von den Organen des zuständigen Elektrizitätswerkes, auf das sorgfältigste nachgeprüft wurde. Über das Ergebnis dieser Statistik ist wiederholt im Schrifttum berichtet worden[1]). Von der Wiedergabe von Einzelheiten darf ich daher absehen, nur den Inhalt einer Zahlentafel der letzten Veröffentlichung lassen Sie mich anführen:

Niederspannungsunfälle durch Körperschluß, nach Geräten unterteilt.

Gruppe	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	Insges.
I	5	3	5	6	6	4	6	35
II	2	2	3	1	3	3	5	19
III	5	4	7	2	2	5	3	28
IV	1	2	8	6	3	3	3	26

Hierin bedeuten:

I Körperschluß an eisernen Steckvorrichtungen,
II „ „ eisengekapselten Schaltkästen, Handrädern, Anlassern usw.,
III „ „ Elektromotoren,
IV „ „ sonstigen Geräten und Maschinenteilen.

Aus dieser Tafel geht hervor, daß die Hälfte aller zu einem tödlichen Unfall führenden Körperschlüsse an metallgekapselten Steckern, Schaltern, Anlassern u. dgl. (Zeile I u. II) stattgefunden hat, und hiervon entfallen wieder auf die Landwirtschaft allein rund zwei Drittel. Bei den in den Zeilen III und IV gruppierten Körperschlüssen sind die Ursachen sehr verschiedener Art, zum Teil sind sie durch grobe Unvorsichtigkeit bei der Arbeit mit elektrisch angetriebenen Maschinen veranlaßt worden. Sicher ist ferner ein großer Teil dieser Unfälle auf mangelhaft ausgeführte Anschlußstellen der Motoren und Geräte zurückzuführen. Man kann sagen, daß so gut wie alle diese Unfälle hätten vermieden werden können, und zwar ohne jede besondere Schutzmaßnahme, wenn bei dem Bau der betreffenden Geräte die Isolierung zu ihrem Recht gekommen wäre. Die Unfalltafel ist der klare Nachweis dafür, daß in der Umgebung stromdurchflossener Teile jedes Metall von Übel ist, und daß das Bestreben einer Technik, die Elektrizität an jeden und für alle Zwecke verteilen will, dahin gerichtet sein muß, Metall als Baustoff soweit wie irgend möglich auszuschalten und durch isolierende Werkstoffe zu ersetzen.

In großem Umfange werden die Isolierpreßstoffe bei dem Bau von Meßgeräten, von Schwachstrom- und Rundfunkgeräten angewendet. Die Starkstromtechnik hat zwar in einer Reihe von Sonderkonstruktionen den Preßstoff verwendet. Seiner tatsächlichen Bedeutung hat sie jedoch noch lange nicht hinreichend Rechnung getragen, denn bei den wichtigsten Geräten hält der Konstrukteur heute noch an der ihm überkommenen Metallbauweise fest.

Die vorwiegend aus organischen Stoffen aufgebauten Isolierpreßstoffe haben im Anfang dieses Jahrhunderts in der Elektrotechnik Beachtung gefunden, und im Jahre 1909 wurde von dem VDE eine selbständige Kommission zur Bearbeitung dieses Sondergebietes gebildet. Der erste Bericht dieser Kommission findet sich in Heft 18 der ETZ 1912; er enthält eine Reihe grundsätzlicher Prüfmethoden und eine erste Klassifizierung der Isolierstoffe, besonders der neuen Preßstoffe[2]). Leider hat der Weltkrieg auch auf diesem Gebiet geradezu zerstörend gewirkt, vor allem dadurch, daß nach dem Friedenschluß die Herstellung der Preßstoffe auch von Firmen aufgenommen wurde, denen auf diesem Gebiete jede Erfahrung fehlte. Empfindliche Rückschläge konnten hierbei nicht ausbleiben; auf das dringende Ersuchen der interessierten Industrien wurde daher die durch den Krieg unterbrochene Kommissionsarbeit wieder aufgenommen, und es erschienen im Jahre 1924 die „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe". Diese sind zur Zeit vergriffen. Da übrigens in der Zwischenzeit die Herstellung der Preßstoffe erhebliche Fortschritte gemacht hat und außerdem die Ansichten über die an die Sicherheit elektrischer Anlagen zu stellenden Bedingungen manche Klärung erfahren haben, ist eine Neubearbeitung der genannten Vorschriften erforderlich.

Es wird Sache der anschließenden Aufsätze sein, über die Zusammensetzung der Isolierpreßstoffe, ihre charakteristischen Eigenschaften und ihre Verarbeitung Bericht zu erstatten; nur eine grundsätzliche Notwendigkeit soll noch unterstrichen werden. Das ihnen zukommende Anwendungsgebiet können die Isolierstoffe sich nur in scharfem Wettkampf mit dem heute noch so weitgehend verwendeten Metall erringen. Mit der Überlegenheit, die ihnen ihre Isolierfähigkeit sichert, müssen sie daher die Gleichwertigkeit in den sonst maßgebenden Eigenschaften verbinden, besonders der mechanischen Festigkeit oder, besser gesagt, Zähigkeit. Hiergegen ist häufig gesündigt worden, wie überhaupt ja immer noch, wenigstens im Unterbewußtsein, die grundverkehrte Vorstellung obwaltet, daß an elektrische Geräte nicht das gleiche Maß an Derbheit und Haltbarkeit angelegt werden müsse wie an Geräte anderer Art. Besonders gilt dies für die Wandstärke von Abdeckungen, die auch bei geringen Abmessungen der Geräte ein reichlich bemessenes Mindestmaß nicht unterschreiten sollte. Wenn auch die Festigkeit der Metalle im allgemeinen höher ist als diejenige der Isolierstoffe, so hat es der Konstrukteur doch immer in der Hand, durch geeignete Formgebung der Wesensverschiedenheit der Baustoffe Rechnung zu tragen, und darf sich durch kein Drängen von allzu kaufmännischer Seite dazu verleiten lassen, die Güte seiner Erzeugnisse, auf die heute alles ankommt, in Frage zu stellen.

Die bisherigen Darlegungen bezogen sich, wie eingangs betont, nur auf das Gebiet der Niederspannung, also bis zu 250 V gegen Erde. In erhöhtem Maße gilt selbstverständlich das über Isolierung Gesagte für höhere Spannungen, wie z. B. bei Motorenanlagen der Großindustrie, die mit 500 V Drehstrom betrieben werden, und bei elektrischen Bahnen, wo Isolierpreßstoffe — wie Ambroin — schon sehr früh Verwendung gefunden haben.

Für Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde schreiben die Errichtungsvorschriften des VDE Schutzmaßnahmen allgemein vor. Isolierende Baustoffe, die ihrer Natur nach selbst keine Spannung annehmen können, für die also die üblichen Schutzmaßnahmen ihren Sinn verlieren, erlauben daher eine erhebliche Vereinfachung der betreffenden Anlagen. Wie weit oder bis wann solche höheren Spannungen auch in allgemeinen Verteilungsnetzen Eingang finden werden, steht noch dahin. Es gehört aber nicht allzuviel Phantasie dazu, sich eine solche Notwendigkeit einmal vorzustellen. Die Anwendung der Elektrizität zu Wärmezwecken verlangt noch größere Leistungen; allein durch Einführung der elektrischen Küche erhöht sich der Elektrizitätsbedarf

[1]) Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, H. 11 (1931): Unfallstatistik und Unfallverhütung; Bd. 31, H. 17 (1932): Zur Frage der Schutzmaßnahmen in Niederspannungsanlagen; Bd. 33, H. 21 (1934): Unfallstatistik und Errichtungsvorschriften.

[2]) Siehe auch ETZ 1913, S. 79: Über Zweck und Anwendung der künstlichen Isolierstoffe bei dem Bau elektrischer Apparate.

Digitized by Google

einer Wohnung etwa auf das Fünffache. Der Transport so großer Energiemengen in den Leitungsnetzen muß daher in nicht allzu ferner Zeit notgedrungen zu einer allgemeineren Verwendung höherer Verteilungspannungen führen, und diese müssen wiederum lediglich aus Gründen der Sicherheit eine umfassendere Anwendung isolierender Werkstoffe zur Folge haben.

Wenn also die Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie bei der diesjährigen Technischen Messe einen der wichtigsten dieser Baustoffe zum Thema einer Sondertagung gewählt hat, so dient sie nicht allein einer wertvollen Verbesserung jetzt gebräuchlicher Einrichtungen, sondern sie leistet auch wegweisende Vorbereitungsarbeit für den zu erwartenden technischen Fortschritt.

Plastische Massen als Rohstoff zur Fertigung von Preßstoffteilen.

Von Dr.-Ing. W. Röhrs, Berlin.

Seit Beginn des Jahrhunderts haben die Chemiker sich mit dem zwar längst bekannten, zuerst 1872 von Adolf von Baeyer beobachteten Harzen beschäftigt, die durch Einwirkung von Phenol auf Formaldehyd entstehen. Den meisten Erfindern schwebte ein künstlicher Schellack vor, bis Leo Hendrik Baekeland der große Wurf gelang, sein Kunstharz „Bakelite" in die Technik einzuführen und damit eine Entwicklung einzuleiten, die, zwar durch den Krieg vorübergehend gehemmt, in den letzten 15 Jahren zu einem wahren Siegeszuge geworden ist. Im Jahre 1924 schufen die Erzeuger gummifreier Isolierstoffe gemeinsam mit dem Staatl. Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem eine „Klassen"-Einteilung, die für die thermischen und mechanischen Eigenschaften einheitliche Mindestwerte festsetzte und damit unbrauchbare Stoffe ausschied, für die bleibenden, klassifizierten Stoffe aber den Antrieb zur Verbesserung gab. Im Jahre 1928 trat an die Stelle der alten, oft mißverstandenen Klasseneinteilung eine „Typen"-Einteilung, die auch die Glutsicherheit und das Isoliervermögen der Isolierstoffe berücksichtigte, und seit dem Jahre 1932 gilt die neue Typeneinteilung, die neben den Eigenschaften in großen Zügen die Verarbeitungstechnik und die Zusammensetzung der jetzt der elektrotechnischen Industrie zur Verfügung stehenden Preßstoffe enthält.

Allen plastischen Massen[1]) gemeinsam ist die Formbarkeit unter Druck: sie werden gepreßt, und zwar entweder heiß oder kalt. Beim Heißpressen werden die Preßmassen so weit erwärmt, daß ihre plastischen Bestandteile erweichen und als Bindemittel wirken; bei den kalt preßbaren Massen bewirken Reste von Lösungsmitteln, daß die plastischen Bestandteile schon ohne Anwendung von Wärme Bindekraft haben.

Die Härtung der härtbaren Preßstoffe ist ein Vorgang, der mit der ebenfalls als Härtung bekannten Vergütung von Stählen nichts zu tun hat. L. H. Baekeland erkannte als erster das merkwürdige Verhalten seines Kunstharzes, beim Erwärmen zunächst zu schmelzen, nach vorübergehendem Erweichen aber bei weiterer Wärmezufuhr wieder fest zu werden, ja zu erstarren, gewissermaßen in der Hitze zu gefrieren, als eine Eigenschaft, die unabsehbare technische Möglichkeiten in sich barg. Ein „Meisterpatent", das berühmte Druck- und Hitzepatent, hat bis zu seinem Ablauf im Jahre 1931 die Entwicklung der Preßstoffe entscheidend beeinflußt.

Phenole werden als Nebenerzeugnisse bei der Verkokung und Verschwelung der Steinkohle gewonnen. Sie finden sich in geringen Mengen im Ammoniakwasser, größtenteils aber im Teer, aus dem sie bei der Destillation in die mittleren Fraktionen übergehen. Aus den neutralen Ölen können sie als saure Bestandteile — sogenannte Teersäuren — leicht abgetrennt und als Rohphenol gewonnen werden. Das Rohphenol wird weiter durch Destillation zerlegt in die reine, früher als Keimtötungsmittel bekannte Karbolsäure des Handels, das kristallisierte Phenol von niedrigstem Siedepunkt (180 °), ferner die Kresole (190 ° ... 205 ° Sdp.) und die noch höher (205 ° ... 230 °) siedenden Xylenole. Während das kristallisierte Phenol fast chemisch rein und ein einheitlicher Stoff ist, haben wir im flüssigen Handelskresol ein Gemisch der drei isomeren Bestandteile Ortho-, Meta- und Para-Kresol in wechselndem Verhältnis, die auf billige und einfache Weise, wie z. B. durch Destillation, nicht voneinander getrennt werden können. Flüssiges Mischkresol fällt im Teer in größerer Menge an als Kristallphenol und ist infolgedessen wohlfeiler als dieses. Trotzdem darf die oft wiederkehrende Frage, ob auch kristallisierte Karbolsäure immer in ausreichender Menge zur Hand sein wird, mit einem klaren Ja beantwortet werden, denn auf verhältnismäßig einfachem Wege ist es möglich, aus Benzol durch alkalische Schmelze seiner Sulfonsäure oder über Chlorbenzol durch Hydrolyse reinstes Phenol zu gewinnen, und bei hohem Weltmarktpreis für Phenol sind die genannten Verfahren auch wirtschaftlich durchführbar.

Der zweite wichtige Grundstoff zur Herstellung von Kunstharz, das Formaldehyd, ist ein Gas, das für technische Zwecke in konzentrierter wässeriger Lösung verwendet wird. Formaldehyd entsteht bei unvollständiger Verbrennung von Holzgeist (Methanol); weitere Verbrennung führt bekanntlich zur Ameisensäure. Holzgeist ist Nebenerzeugnis der Holzverkohlungsindustrie, die vorwiegend sonst nicht nutzbares Abfallholz verarbeitet; aber seit einigen Jahren werden steigende Mengen synthetischen Methanols durch Hochdruckhydrierung von Kohlenoxyd gewonnen, so daß die Quelle für das Formaldehyd ebenfalls nicht versiegen kann.

Phenol — und zwar sowohl kristallisierte Karbolsäure als auch die isomeren Kresole — treten nun mit wässerigem Formaldehyd in chemische Wechselwirkung und bilden dabei Kunstharz. Harze sind, physikalisch gesprochen, organische Gläser und befinden sich als unterkühlte Flüssigkeiten in einem Aggregatzustande zwischen fest und flüssig. Bekannt sind Kolophonium als rezentes und Bernstein als fossiles Harz. Über den chemischen Vorgang der Harzbildung aus Phenol und Formaldehyd sind verschiedene Auffassungen vertreten worden, über deren Richtigkeit oder Unrichtigkeit zu diskutieren hier kein Raum ist[2]).

Nicht nur die Mengenverhältnisse von Phenol und Formaldehyd, sondern auch die Wasserstoffionen-Konzentration sind entscheidend dafür, welche Art von Kunstharz entsteht. So bildet sich bei alkalischer Reaktion vornehmlich Resol oder, wie Baekeland sagte, Kunstharz im A-Zustand, das löslich in Spiritus, Azeton und ähnlichen Lösungsmitteln und noch schmelzbar ist. Durch weitere Einwirkung von Hitze geht das schmelzbare Resol durch einen Zwischenzustand, den man als Resitol- oder B-Zustand bezeichnet hat, unter Wasserabspaltung über in den C-Zustand: es wird zum unschmelzbaren Resit, das hart, glänzend und widerstandsfähig gegen die vorgenannten Lösungsmittel ist. Das ist der „klassische" Härtungsvorgang der rein thermisch härtbaren Kunstharze.

Bei Anwendung geringerer Formaldehydmengen und in neutraler oder saurer Lösung entstehen Novolake, die zwar ebenfalls löslich und schmelzbar, aber nicht rein thermisch härtbar sind; erst bei Zusatz weiterer Mengen Formaldehyd, z. B. in Gestalt des polymeren Paraformaldehyds oder in Gestalt von Hexamethylentetramin, einer Formaldehyd-Ammoniak-Verbindung, geht der schmelzbare Novolak unter Bindung von Formaldehyd und Abspaltung von Wasser oder von Ammoniak in der Hitze über in unschmelzbares Resit. Aus Phenol entsteht durch einmalige Einwirkung von Formaldehyd über das Resol, durch wiederholte Einwirkung von Formaldehyd über den Novolak als Endstufe das Resit. Daher die Bezeichnung „einstufig" und „zweistufig" härtbares Harz.

Zur technischen Herstellung von Phenolharzen dienen heiz- und kühlbare druckfeste Kessel, aus denen man nach dem Verdampfen des Wassers die Harze als honigartige

[1]) Über die Zusammensetzung und Verarbeitungsverfahren s. dieses Heft S. 274 u. 278.

[2]) Am übersichtlichsten stellt Koebner den Reaktionsverlauf dar;
a) 1 Phenol + 1 Formaldehyd = 1 Phenolalkohol
b) 1 Phenolalkohol + 1 Phenol = Novolak + Wasser
c) 2 Phenolalkohol = Resol + Wasser
d) Resol (= Resitol + Wasser) = Resit + Wasser
e) Novolak + Formaldehyd = Resit + Wasser.
Aus a) und b) ergibt sich:
f) 2 Phenol + 1 Formaldehyd = Novolak + Wasser
g) 2 Phenol + 2 Formaldehyd = Resol + Wasser

Digitized by Google

helle bis tiefbraune Flüssigkeiten abläßt in Pfannen, in denen sie beim Erkalten zu glasartigen spröden, äußerlich Naturharz ähnlichen Stücken erstarren.

Es wird einleuchten, daß aus einem Gemisch mehrerer chemisch verschieden aktiver Phenole, wie wir es im Handelskresol vor uns haben, viel schwieriger ein Kunstharz von stets gleichmäßiger Beschaffenheit zu gewinnen ist als aus dem chemisch einheitlichen Kristallphenol. Wenn trotzdem in den letzten Jahren die Verarbeitung von Kresolharz und von Preßstoff aus Kresolharzen zugenommen hat, so vornehmlich aus wirtschaftlichen Gründen, denn z. Z. ist die Preisspanne zwischen Kristallphenol und Mischkresol nicht unbedeutend.

Ein verhältnismäßig kleiner Anteil der gesamten Erzeugung von Phenolkunstharzen wird unmittelbar als Gießharz, d. h. rein oder nur mit Farbzusätzen, zum Resit, sogenanntem Edelkunstharz, weiterverarbeitet. Es ist auch gelungen, das Harz bis zum sogenannten Resitolzustande zu bringen und es dann in Preßformen heiß zu verarbeiten zu durchsichtigen oder durchscheinenden Formlingen. Beide Erzeugnisse haben einige Bedeutung an Stelle von Elfenbein, Schildpatt, Horn u. a. natürlichen Rohstoffen in der Schmuck- und Galanteriewarenindustrie, nicht aber für die Elektrotechnik.

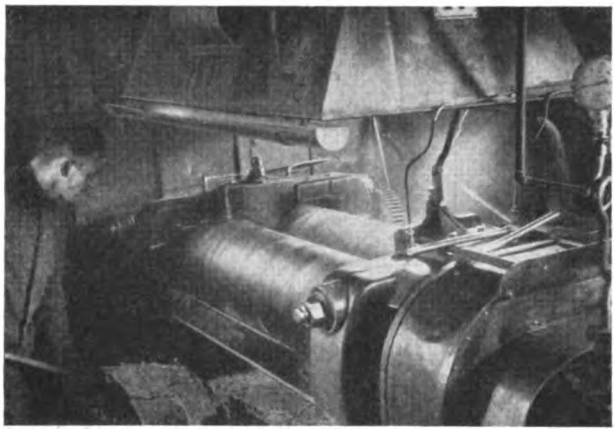


Abb. 1. Heiz- und kühlbare Mischwalze.

Ein bedeutender Anteil der Phenolharze wird weiter verarbeitet zu Kunstharz-Hartpapier und -Hartgewebe, geschichteten Isolier- und Baustoffen, die ich als bekannt voraussetzen darf; der weitaus größte Anteil aber zu Preßmassen und anschließend zu Preßstoffteilen. Die Preßmassen bestehen im wesentlichen aus Bindemittel und Füllstoff. Auch von Fachleuten wird der Begriff Füllstoff oft als gleichbedeutend mit Beschwerungsmittel angesehen, nur dazu bestimmt, die Preßmasse „billig" zu machen. Diese Ansicht ist falsch. In Wirklichkeit spielen die Füllstoffe im Aufbau der Preßmasse eine ebenso wichtige Rolle wie die Bindemittel. Dasselbe Harz, das z. B. mit Holzmehl als Füllstoff Preßteile von „normaler" Festigkeit und Wärmebeständigkeit liefert, ergibt mit Asbestfaser als Füllstoff Teile mit wesentlich höherer Wärmebeständigkeit, mit Textilfaser als Füllstoff dagegen Teile mit wesentlich höherer mechanischer Festigkeit. Auch das Mengenverhältnis Bindemittel zu Füllstoff spielt eine bedeutende Rolle. Man sollte, wie in der Gummiindustrie, stets nach Raumteilen rechnen, denn die bis heute in der Kunstharzindustrie übliche Rechnung nach Gewichtsteilen ergibt ganz irreführende Zahlen, sobald Stoffe von wesentlich verschiedenem spezifischen Gewicht verglichen werden.

Die Preßmasse soll ein möglichst gleichförmiges Gemenge von Bindemitteln und Füllstoff sein. Die Einverleibung des Füllstoffs, seine Durchtränkung mit harzigen Bindemitteln, erfolgt entweder auf feuchtem Wege, indem man den Füllstoff in eine Lösung des Harzes einträgt, durchknetet und das Lösungsmittel im Vakuumtrockner entfernt, oder indem man das Harz auf heiz- und kühlbaren Mischwalzen (Abb. 1), wie sie aus der Gummiindustrie bekannt sind, zugleich mit dem Füllstoff zum Schmelzen bringt, so daß sich sogenannte Felle bilden, die nach dem Erkalten zu mehr oder weniger feinem Preßpulver gemahlen werden. Die Herstellung von Preßmassen setzt sehr sorgfältige Überwachung und fortlaufende Messung von Fließvermögen, Härtezeit u. a. technologischen Eigenschaften des Erzeugnisses voraus; die stets gleiche Einfärbung ist nicht ganz einfach, weil die verarbeiteten natürlichen Rohstoffe in der Eigenfarbe schwanken; die Fertigung eines Preßpulvers nach den besonderen Bedürfnissen der verschiedenen Pressereien erfordert reiche Erfahrung, und deshalb darf es nicht überraschen, daß seit Ablauf der Bakelite-Patente nur weniger als 10 chemische Betriebe in ganz Deutschland Preßmassen herstellen, während die Anzahl der verarbeitenden deutschen Pressereien über 500 beträgt.

Die Phenolkunstharze (im weiteren Sinne) bilden die plastische Grundlage von 6 Typen von Preßstoffen[3]), die nach dem Umfange ihres Verwendungsgebietes und mengenmäßig für die Elektrotechnik die größte Bedeutung haben. Beginnen wir mit den ältesten Preßstoffteilen, den Typen 2 und 3, die Asbestfaser und Gesteinsmehle als Füllstoff enthalten. Solche Preßstoffe werden zum sofortigen Verbrauch an Ort und Stelle feucht aufbereitet. Beide sind kalt preßbar, und die Preßstücke müssen außerhalb der Form im Druckkessel nachgehärtet werden. Wenn auch die Oberfläche der Fertigteile nicht ganz glatt und die Festigkeiten nicht viel höher sind als bei den alten Pech-, Asphalt- und Naturharzstoffen der Typen 4, 7 und 8, so haben diese billigen Preßstoffe der Typen 2 und 3 auch heute noch Bedeutung für dickwandige Teile, bei denen das Gewicht nebensächlich ist, aber gute Wärmebeständigkeit verlangt werden muß.

Die übrigen 4 Typen Preßstoff mit Phenolharz als Grundlage werden heiß verpreßt, d. h. die Formung und die Härtung erfolgen in einem einzigen Arbeitsgange in der Preßform, und das Preßstück kommt glatt und glänzend, fast gebrauchsfertig aus der Form. Die Form bleibt dauernd heiß, wird also nicht vor dem Auswerfen des Preßlings gekühlt, und das bringt bedeutende verarbeitungstechnische Vorteile.

Der Preßstoff Type 1 enthält Asbestfaser als Füllstoff, so daß Teile daraus ebenso glutsicher und wärmebeständig sind wie solche aus Preßstoffen Type 2 und 3, diese aber im Aussehen und in der mechanischen Festigkeit erheblich übertreffen. Eine weitere Steigerung der Festigkeit bringen die Preßstoffe der Type 0, allerdings auf Kosten der Glutsicherheit und Wärmebeständigkeit, und das überrascht nicht, wenn man bedenkt, daß statt der mineralischen Asbestfaser hier pflanzliche Fasern als Füllstoff dienen, und zwar hauptsächlich Holzmehl. Der gleiche Füllstoff ist gebräuchlich für die Preßstoffe Type S, die wiederum eine Steigerung der mechanischen Festigkeit aufweisen und außerdem in Wärmebeständigkeit und Glutsicherheit verbessert sind. Die thermische Verbesserung gegenüber Type 0 verdanken die Preßstoffe Type S der Verwendung von Novolaken, die bei Zusatz von mehr Formaldehyd oder Formaldehydverbindungen, wie Hexamethylentetramin, ungemein schnell und vollständig in Resite übergehen. Die Schnelligkeit der Härtung hat den verwendeten Preßmassen die Bezeichnung Schnellpreßmassen eingetragen. Über die technologische und wirtschaftliche Bedeutung dieses Fortschritts wird an anderer Stelle berichtet.

Noch eine Steigerung der mechanischen Festigkeit, besonders der in vielen Fällen sehr wichtigen Schlagfestigkeit, konnte erreicht werden durch Verwendung von Füllstoffen, wie Abfällen von Gespinsten und Geweben, besonders von Baumwolle. Die Bezeichnung „Leinenschnitzel-Masse" als Rohstoff für Preßstoff Type T ist also nicht ganz zutreffend. Je gröber und langfaseriger der Füllstoff, um so höher die Festigkeit, desto schwieriger aber auch die preßtechnische Verarbeitung, so daß gelegentlich auch solche Schnitzelmassen Vorteil bieten, die zwar die Schlagbiegefestigkeit der Type T nicht erreichen, aber immer noch gegen Schlagbeanspruchung erheblich festere Preßteile ergeben als Preßstoff Type S.

Die langen Pflanzenfasern als brennbarer Füllstoff mindern die Glutsicherheit. Also nimmt man Gespinste aus mineralischer Faser: Fäden und Schnüre aus Asbest, und erreicht nicht nur die gewünschte Glutsicherheit wie bei Type 1, sondern außerdem eine Schlagfestigkeit, die mindestens derjenigen von Preßstoff Type T gleicht, sie aber oft erheblich übertrifft, wobei nur die technische Verarbeitungsmöglichkeit (oder Unmöglichkeit) eine obere Grenze zu setzen scheint.

Wenn wir nochmals auf die Entwicklung der besprochenen Preßstoffe zurückblicken (s. a. Zahlentafel 1), so sehen wir, wie das Zuchtziel hohe mechanische Festigkeit neben möglichst guter Wärmebeständigkeit war. Es gibt aber Anwendungsgebiete, für die diese Eigenschaften nicht so wichtig sind wie andere Forderungen, die durch die vorgenannten Preßmassen nicht erfüllt werden konnten.

[3]) Hierzu vgl. Zahlentafel 1 auf S. 278 dieses Heftes.

Digitized by Google

Wegen der Eigenfarbe der Rohstoffe gelingt es z. B. nicht, Phenolharz-Preßmassen in beständigen zarten Farben oder gar in weiß herauszubringen.

Hier sind die Preßstoffe Type K in die Bresche gesprungen. Ihre Ausgangstoffe sind Formaldehyd und Karbamid, ein Stoff, der im chemischen Großbetrieb aus dem als Düngemittel bekannten Kalkstickstoff oder auch

Zahlentafel 1. Die zeitliche Entwicklung der Preßstoffe.

Bekannt seit	Zusammensetzung der Preßmasse	jetzige Bezeichnung Type	Biegefestigkeit kg/cm²	Schlagbiegefestigkeit cmkg/cm²	Wärmebeständigkeit bis ° C
1895	Teerpech, Asphalt/Asbestfaser	8	150	1,0	45
1903	desgl.	4	200	1,2	150
1910	Phenolharz/Asbestfaser, Kaltpressung	2	350	2,0	150
1918	Phenolharz/Asbestfaser, Heißpressung	1	500	3,5	150
1922	Phenolharz/Holzmehl, Heißpressung	0	600	5	100
1926	Phenol-Schnellpreßharz/Holzmehl, Heißpressung	S	700	6	125
1930	Phenol-Schnellpreßharz/Gewebeschnitzel, Heißpressung	T	700	12	125
1934	Phenol-Schnellpreßharz/Asbestgespinst, Heißpressung	—	700	20	200

durch Drucksynthese gewonnen wird. Verwendung von Thiokarbamid (Schwefelharnstoff) neben Karbamid (Harnstoff) steigert die Wasserbeständigkeit der Fertigteile. Die Karbamidmassen oder Aminoplaste sind härtbar unter Druck und Hitze. Seit etwa 1930 erfreuen sich die Aminoplaste wegen ihrer leuchtenden und lichtbeständigen Farben steigender Nachfrage für Gebrauchsgegenstände, während sich Verwendungsmöglichkeiten in der Elektrotechnik besonders für weiße Preßteile ergeben. Ihre Eigenschaften stimmen etwa überein mit denen der Phenoplaste Type 0, und sie werden auch in gleicher Weise in heißen Formen gepreßt, die aus hochlegierten, korrosionsfesten Chromstählen bestehen müssen, wenn man fleckenfreie Preßteile haben will.

Es möchte scheinen, als ob die Heißpressung und die Härtung in heißen Formen kennzeichnend für die Verarbeitung aller neuzeitlichen Preßstoffe seien. So ist es nicht. Die Acetylzellulose, Type A, gewonnen durch Veresterung von Zellstoff, z. B. Baumwollabfällen, mit Essigsäure, wird zwar auch in der Wärme plastisch, härtet aber nicht, so daß die Fertigteile nur aus kalten Formen entnommen werden können. Deshalb wird sie meist nach dem Spritzverfahren verarbeitet, d. h. die heiße Masse wird ähnlich wie beim Fertiggußverfahren für Metalle in kalte Formen gespritzt, wo die Fertigteile sofort erstarren.

Eine ganz neue Spritzmasse, deren Typisierung unmittelbar bevorsteht, weil ihre Verwendung in wenigen Jahren eine ungemein schnelle Steigerung erfahren hat, ist das Polystyrol, bekannt unter dem Handelsnamen Trolitul. Chemisch ist es ein Kohlenwasserstoff, der sich vom Benzol ableitet und auch synthetisch über das Äthylbenzol gewonnen wird. Während die Type A sich durch besonders hohe Schlagfestigkeit auszeichnet, sind Polystyrol-Spritzteile gekennzeichnet durch hervorragendes Isoliervermögen und außerordentlich geringe dielektrische Verluste. Sie machen in dieser Beziehung dem natürlichen Bernstein den Rang streitig. Leider setzt die geringe Wärmebeständigkeit von etwa 50 ° der Anwendung von Spritzteilen aus Acetylzellulose und aus Polystyrol natürliche Grenzen, denn auch durch Einverleiben von Füllstoffen wird wenig erreicht; ein Trolitul mit mineralischem Füllstoff — eingeführt unter dem Handelsnamen Amenit — gewinnt nur 10 ° Wärmebeständigkeit, ist aber spezifisch um 50 % schwerer!

Ohne Füllstoff undenkbar wäre der Preßstoff Type N, denn sein plastisches Bindemittel ist Nitrozellulose, ähnlich der Schießbaumwolle. Als nach dem Kriege große Mengen dieses Sprengstoffes vernichtet werden sollten, konnte man durch Einverleiben von ungebranntem, also wasserhaltigem Gips, ihm den gefährlichen Charakter nehmen. Preßstoff Type N hat heute kaum noch Bedeutung und soll demnächst als überholt aus der Typenliste gestrichen werden.

Die thermischen Eigenschaften dieser Gruppen von Zelluloseestern und Kohlenwasserstoffen sind zu kurz gekommen zugunsten anderer Ziele auf dem Gebiete der Verarbeitungstechnik, der mechanischen Festigkeit oder elektrischen Güte. Höchste thermische Güte erreicht Mycalex, der Preßstoff Type Y, ein Bleioxyd-Borsäure-Glas mit Glimmermehl als Füllstoff. Ähnlich dem Preßglas wird dieser Stoff bei dunkler Rotglut verarbeitet. Die Preßteile sind bis 400 ° wärmebeständig und ganz unbrennbar. Auch die elektrischen Eigenschaften und die Biegefestigkeit sind günstig, dagegen das spezifische Gewicht mit 3,3 hoch. Ebenfalls hoch wärmebeständig, vor allem aber vollkommen glutsicher und unempfindlich gegen Lichtbogen ist Preßstoff Type X, der aber nur geringes Isoliervermögen hat, auch feuchtigkeitsempfindlich ist und deshalb nicht für Isolierteile, sondern nur für Bauteile, wie Funkenlöschkammern, Trennwände u. dgl. verwendet wird. Asbestfasern, Schiefermehl oder Schwerspat werden mit Portlandzement oder Chlormagnesiumzement gebunden, kalt gepreßt und allmählich getrocknet.

Die Reihe der Preßstoffe, die der Chemiker der Elektroindustrie darzubieten hat, ist so lang, daß die Wahl für den Elektrotechniker wie für den Konstrukteur oft eine Qual bedeutet. Da gilt es, sich nach den wichtigsten Anforderungen zu richten, die an das gewünschte Formteil gestellt werden müssen, sei es nun die mechanische Festigkeit, insbesondere gegen die am häufigsten vorkommende Schlagbeanspruchung, sei es Wärmebeständigkeit oder Sicherheit gegen Schaltfeuer, oder seien es rein elektrische Eigenschaften wie Leitvermögen und dielektrischer Verlust. Für die allermeisten Bau- und Isolierteile wird man Phenoplaste Type S, die heiß preßbaren Massen auf Grundlage der härtbaren Phenolharze vom Bakelitetypus, verwenden können. Man suche nicht zu „sparen" durch Verwendung harzarmer Preßmassen, sondern bedenke, daß nur das Kunstharz an sich feuchtigkeitssicher ist und die Füllstoffteilchen nur bei vollständiger Durchtränkung und Umhüllung mit sichert vor Feuchtigkeitsaufnahme und Quellung. Man beachte, daß in einer Preßmasse mit 40 % Harzgehalt das Bindemittel eineinhalbmal soviel Füllstoff aufnehmen und zum Isolierstoff binden soll wie in einer Preßmasse mit 50 % Harzgehalt. Wenn hohe Anforderungen bezüglich Sicherheit gegen Feuchtigkeitsaufnahme gestellt werden müssen, so wähle man Preßstoff Type 1 mit der mineralischen, nicht quellbaren Asbestfaser als Füllstoff. Besonders hohe Ansprüche an die Schlagbiegefestigkeit werden erfüllt durch die gut wärmebeständige Type T und durch die weniger wärmebeständigen, aber bequem zu verarbeitenden Zelluloseester Type A. Diese und die Aminoplaste Type K ermöglichen auch die Befriedigung besonderer Farbwünsche. Polystyrol wird eine Zukunft haben bei besonders hohen elektrischen Anforderungen, wenn nicht zugleich Wärme-

Zahlentafel 2. Chemische Beständigkeit von Preßstoffteilen.

Type	gegen Spiritus	gegen Azeton	gegen Äther	gegen Benzin Terpentinöl	gegen Benzol und Homologe	gegen Fette und Öle	gegen Chlor-Kohlen-Wasserstoffe	gegen Säuren konz.	gegen Säuren verd.	gegen Laugen konz.	gegen Laugen verd.
T	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	?	nein	?
S	"	"	"	"	"	"	"	"	ja	"	?
0	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	?
1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	ja
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
4	?	?	?	?	nein	nein	nein	?	"	?	"
7	?	?	?	?	"	"	"	?	"	?	"
8	?	?	?	?	"	"	"	?	"	?	"
K	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	?	ja	?	ja
A	nein	nein	nein	"	nein	"	nein	nein	nein	nein	nein
N	"	"	"	"	"	"	"	"	ja	"	"
Polystyrol	ja	"	"	nein	"	"	"	ja	"	ja	ja
Y	"	ja	ja	ja	ja	"	ja	nein	"	"	"

Digitized by Google

beständigkeit verlangt wird. Wenn aber gerade die Wärmebeständigkeit wichtig ist, so stehen dem Elektrotechniker Mycalex Type Y und in gewissen Grenzen auch die Phenoplaste mit Asbestgarn oder Asbestfaser (Type 1) als Füllstoff zur Verfügung. Diese Typen mit mineralischen Füllstoffen zeichnen sich ferner aus durch verhältnismäßig hohe Wärmeleitfähigkeit und durch geringe Wärmedehnung, die es gestattet, auch stärkere Metallteile zu umpressen, ohne daß Schwindungsrisse in der Preßstoffschicht zu befürchten sind, wie sie bei anderen Typen auftreten würden. Ist mit der Einwirkung gasförmiger oder flüssiger chemischer Stoffe auf Preßstoffteile zu rechnen, so läßt man sich am besten vom Chemiker beraten. Tafel 2 gibt einen ungefähren Anhalt hierfür, aber auch nicht mehr, denn Temperaturen, Konzentrationen, Strömungsverhältnisse spielen eine große Rolle, und nur in seltenen Fällen wird man damit rechnen dürfen, daß nur eine der genannten Gruppen von chemischen Stoffen einwirkt.

Einen Preßstoff, der alle guten Eigenschaften in sich vereinigt, gibt es heute nicht, und auch die Zukunft wird ihn wohl nicht bringen. Vorteilen in einer Richtung stehen Nachteile in anderem Sinne gegenüber, wie das schon die Typentafel[4]) erkennen läßt. Trotzdem ist es möglich, hochwertige Preßteile zu schaffen durch Gemeinschaftsarbeit zwischen Preßmassehersteller und Presserei, zwischen Presserei und Werkzeugbau, zwischen Konstrukteur und Verbraucher. Preßstoff am falschen Platze oder nicht der richtige Preßstofftyp für einen bestimmten Zweck sind die schwachen Glieder in der Kette des Vertrauens, die den Erzeuger mit dem Verbraucher verbindet. Ziel bleibe: nicht wahllos und überall Preßstoff, sondern am richtigen Platz jeweils den bestgeeigneten Preßstoff. Dann wird das Vertrauen auf die Zuverlässigkeit und Betriebsicherheit deutscher Erzeugnisse im Inlande und auf dem Weltmarkte stetig wachsen!

[4]) Siehe Fußnote 3.

Herstellung der Preßteile.

Von Obering. W. Schramm, Berlin.

I. Einteilung nach Preßart, Verhalten in der Wärme und Bindemittel.

Zur besseren Übersicht teilen wir die in der Typisierung festgelegten Preßstoffe nach Preßart, Verhalten in der Wärme und Art des Bindemittels in 4 Gruppen ein:

Zahlentafel 1.

Gruppe	Type	mechanische Eigenschaften: Biegefestigkeit mind. kg/cm²	mechanische Eigenschaften: Schlagbiegefestigkeit mind. cmkg/cm²	thermische Eigenschaften: Wärmefestigkeit mind. Martensgrade	thermische Eigenschaften: Glutfestigkeit mind. Gütegrad	elektrische Eigenschaften: Oberflächenwiderstand nach 24-st. Liegen in Wasser mind. Vergleichszahl	Zusammensetzung	Verarbeitungsart
1	7	250	1,5	65	1	3	Naturharz, nat. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. min. Füllstoff	Warmpressung. Organ. Bindemittel nicht gehärtet. Preßstoffe in der Wärme leicht erweichbar.
	8	150	1,0	45	3	3	natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. mineral. Füllstoff	
	A	300	15,0	45	1	3	Azetylzellulose mit oder ohne Füllstoff	
	N	300	4,0	40	2	3	Nitrozellulose mit Füllstoff	
2	2	350	2,0	150	4	3	Kunstharz mit Asbest u. mineralischem Füllstoff	Kaltpressung. Organ. Bindemittel durch nachträgliche Wärmebehandlung gehärtet. Preßstoffe in der Wärme nicht mehr erweichbar.
	3	200	1,7	150	4	3	Kunstharz mit Asbest u. mineralischem Füllstoff	
	4	150	1,2	150	4	3	natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. mineral. Füllstoff	
3	1	500	3,5	150	4	3	phenoplastisches Kunstharz m. anorg. Füllstoff	Warmpressung. Organ. Bindemittel in der Matrize gehärtet. Preßstoffe in der Wärme nicht mehr erweichbar.
	O	600	5,0	100	2	3	phenoplastisches Kunstharz m. org. Füllstoff	
	S	700	6,0	125	3	3	phenoplastisches Kunstharz m. org. Füllstoff	
	T	600	12,0	125	2	3	phenoplastisches Kunstharz m. org. Gespinst als Füllstoff	
	K	600	5,0	100	2	4	aminoplastisches Kunstharz m. org. Füllstoff	
4	Y	1000	5,0	400	5	4	Bleiborat m. Glimmer	Warmpressung: Anorganische Bindemittel. Preßstoffe von bes. hoher Warmefestigkeit
	X	150	1,5	250	5	—	Zement oder Wasserglas mit Asbest u. mineral. Füllstoff	Kaltpressung

Gruppe 1: Die Mischungen für die Typen 7, 8, A, N und das nicht typisierte Trolitul werden in Form von Pulver, Plattenstücken oder vom Stab geschnittenen Tabletten verarbeitet. Diese Massen sind warm sehr plastisch; daher lassen sich sehr dünnwandige Preßstücke daraus herstellen und auch verhältnismäßig schwache Metalle miteinbetten. Die Verarbeitung erfolgt entweder durch Verpressen oder Verspritzen.

Beim Verpressen werden die Preßmassen vorgewärmt und in warme Stahlmatrizen gepreßt, die zur Erreichung einer besseren Preßteiloberfläche kühlbar sein können.

Das Spritzen geschieht mit Preßluft in halbselbsttätig arbeitenden Maschinen, die den bekannten Metallspritzmaschinen ähneln. Neuerdings ist hierfür eine Spritzmaschine auf den Markt gekommen, die statt mit Preßluft mit Federspannung arbeitet. Sie ist sowohl halb- als auch vollselbsttätig zu verwenden. Während die erste Maschine für Preßteile bis rd. 150 cm³ Inhalt gebaut ist, wird die letztere zunächst nur für Teile bis zu 30 cm³ Inhalt hergestellt.

Die Preßteile der genannten Typen sind gut maßhaltig, haben eine glatte Oberfläche und eine gute Isolation, jedoch eine geringe Wärmebeständigkeit. Sie werden hauptsächlich in der Schwachstromtechnik verwandt.

Gruppe 2: Die zu den Preßstofftypen 2, 3 und 4 gehörigen Preßmassen mit härtbaren organischen Bindemitteln werden nur als Pulver in feuchtem Zustande kalt verpreßt und außerhalb der Matrize, nach Vortrocknen an der Luft, im Ofen mit langsamer Steigerung bis zu Temperaturen über 200 ° C „gebrannt", d. h. das Bindemittel wird in einen unschmelzbaren Zustand übergeführt. Die derartig hergestellten Preßstoffe sind sehr wärmebeständig und, soweit sie gehärtete Kunstharze enthalten, in den üblichen Lösemitteln auch nicht wieder löslich. Infolge des freien Brennens außerhalb der ursprünglich zur Kaltpressung benutzten Matrize wird die Oberfläche der Preßstücke unansehnlich. Auch tritt sehr leicht ein Verziehen ein. Zum Kaltpressen ist ein starker Preßdruck nötig, was u. a. zur Folge hat, daß schwache Metalle nicht eingepreßt werden können. Die genannten Preßmassen werden hauptsächlich zu stärkeren Preßteilen der Starkstromtechnik verarbeitet.

Digitized by Google

Gruppe 3: Hierzu gehören die Typen 1, O, S, T und K, also alle derzeitigen Preßstoffe, die pheno- und aminoplastisches Kunstharz als Bindemittel enthalten. Sie werden aus Preßmassen hergestellt, die mit Ausnahme der mit Kunstharz getränkten Gewebeschnitzel für die Type T aus feinkörnigem Pulver bestehen, das man in diesem Zustande oder in Form von vorgepreßten Tabletten sowohl verpreßt als auch verspritzt. Das Spritzen ist allerdings nicht mit den für die Gruppe I verwendeten Maschinen möglich, sondern geschieht in besonderen Spritzformen unter der Presse, oder nach einem neueren, geschützten Verfahren auf der Strangpresse zu Profilstäben und -rohren.

Die hierher gehörigen Massen bleiben unter Druck bei 140 bis 180 ° C im allgemeinen solange in der Form, bis das Bindemittel in den unschmelzbaren und unlöslichen Zustand überführt worden ist. Die Preßstücke vereinen die gute Oberfläche, Fließfähigkeit und Maßhaltigkeit der Gruppe I mit der hohen Wärmefestigkeit der Gruppe II und sind in ihrer mechanischen Festigkeit beiden Gruppen weit überlegen. Sie haben infolge ihrer guten Eigenschaften nicht nur als Isolierstoff die weitaus größte Verbreitung sowohl in der Starkstrom- als auch in der Schwachstromtechnik gefunden, sondern spielen auch eine immer größere Rolle als Baustoffe in vielen nichtelektrischen Verwendungsgebieten. Besonders bevorzugt werden im letzteren Falle die Typen mit organischen oder mineralischen Fasern, wobei diese Füllmittel in Form von Geweben oder Fäden zur Erreichung einer hohen mechanischen Festigkeit verwendet werden.

Gruppe 4: Die Type Y, das Mykalex, wird bei der verhältnismäßig hohen Temperatur von rd. 500 ° C gepreßt. Der Preßvorgang bei derartigen Temperaturen stellt sehr hohe Anforderungen an den Matrizenstahl. Der Isolierstoff wird verwendet in der Hochfrequenztechnik und bei hoher Wärmebeanspruchung dort, wo die organischen Stoffe nicht mehr ausreichen und auch Porzellan und Steatit in der mechanischen Festigkeit nicht genügen.

Die Type X gehört nicht zu den elektrischen Isolierstoffen im eigentlichen Sinne des Wortes, da die daraus hergestellten Preßteile hygroskopisch sind und schlechte elektrische Werte aufweisen. Sie werden nur als Funken- und Lichtbogenschutz benutzt. Der Werkstoff wird kalt gepreßt, fließt sehr schwer und eignet sich nur zu flachen Teilen. Die Härtung geschieht allmählich in Luft oder Wasser.

Da die Preßstoffe mit Kunstharzbindemittel heute weitaus die größte Bedeutung haben, sollen sie im folgenden auch ausschließlich behandelt werden.

II. Die Verarbeitung der Pheno- und Aminoplaste.

Vorbereitung der Mischungen.

Die von den Massefabriken angelieferten Preßmassen und -mischungen werden erst für jedes Preßstück einzeln dosiert. Dies geschieht meistens auf die einfachste Art von Hand, durch Abstreichen eines Füllmaßes mit verstellbarem Boden. Nach dem gleichen Prinzip arbeiten die bekannten halbselbsttätigen Dosiermaschinen, die etwa 2000 Dosierungen je Stunde leisten. In den meisten Fällen wird jedoch die Preßmasse in die Tablettiermaschine gebracht, wo die Dosierung stattfindet und vor allen Dingen eine zusätzliche Komprimierung der Masse vorgenommen wird. Für größere Preßteile werden allerdings die erwähnten volumenmäßigen Dosierungen infolge des etwas schwankenden Schüttgewichtes des Preßpulvers zu ungenau, und man muß zur direkten Wägung der Preßmischung übergehen. Man stellt jedoch auch in diesem Falle vorerst vielfach Tabletten oder Pillen, mitunter auch richtige Vorpreßlinge, her und gewinnt dadurch verschiedene Vorteile. Das lose Pulver schließt sehr viel Luft ein, es hat daher ein geringes Schüttgewicht, d. h. es nimmt einen großen Raum ein, bedingt also großes Fassungsvermögen der Matrize. Den Raumunterschied zwischen losem Preßpulver, kaltgepreßter Pille und fertiggestelltem Preßstück zeigt Abb. 1 für die Typen S, K und T. Die Tabletten lassen sich außerdem besser aufbewahren als abgeteiltes Pulver, und können also gleich für den ganzen Auftrag angefertigt werden. Die Presserei bleibt staubfreier. Die Tabletten lassen sich besser vorwärmen und die Beschickung der Matrizen, besonders der Mehrfach-Matrizen, geschieht schneller und daher billiger als mit losem Pulver.

Das Tablettenpressen geschieht in einfachen selbsttätigen Einstempelmaschinen mit etwa 1500 Stück Stundenleistung oder aber in Mehrstempelrundläufern mit etwa 2500 Stück Stundenleistung. Die Tabletten und Vorpreßlinge werden kalt gepreßt. Ihre Festigkeit ist gerade so hoch, daß man sie noch mit der Hand zerbrechen und nach der Vorwärmung noch kantenscharf in die Matrize bringen kann.

Flockige Materialien, wie die Gewebeschnitzel für die Type T und das neue Asbestschnurmaterial, lassen sich weder maschinell wiegen noch tablettieren. Es bleibt nur das Wiegen von Hand übrig. Sind die Matrizen besonders im Hinblick auf das Fassungsvermögen jedoch für Tabletten eingerichtet, so müssen diese besonders unter der normalen Presse hergestellt werden. Man kann auch größere Platten oder Stäbe pressen und hieraus Tabletten schneiden; viel billiger stellt sich dieses Verfahren jedoch auch nicht. In vielen Fällen werden die Mischungen vor dem Einfüllen oder Einlegen in die Matrize vorgewärmt. Dies geschieht auf Heizplatten oder in Öfen bei etwa 100 ° C. Die Zeit richtet sich nach der Form und Stärke der Tabletten und der Art des zu pressenden Gegenstandes. Die Vorwärmung hat den Zweck, nicht nur ein schnelleres Schließen der Matrize zu erreichen, sondern sie kürzt auch die Härtezeit ab und erhöht das Fließvermögen der Mischung. Sie gestattet also die Anwendung niedrigerer Preßdrücke als bei nicht vorgewärmter Masse, wobei die Matrize geschont wird. Sachgemäßes Vorwärmen erhöht außerdem auch die elektrischen Werte der fertigen Preßteile, da der Preßmasse alle aufgenommene Feuchtigkeit, ja sogar ein Teil des beim Härten sich bildenden Kondensationswassers, bereits vor dem Schließen der Form entzogen wird.

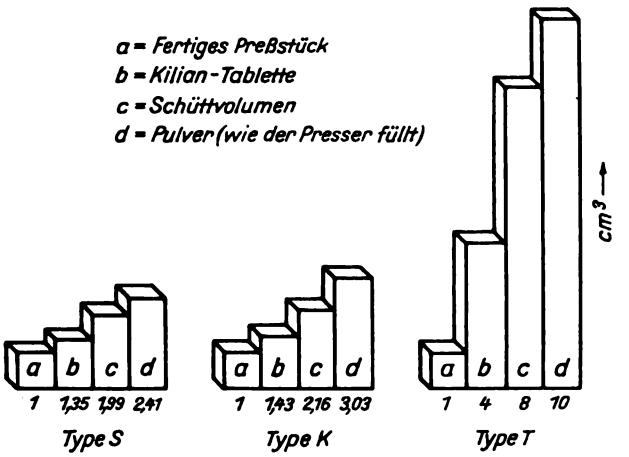


Abb. 1. Raumunterschied zwischen fertigen Preßstoffen und ihren in verschiedener Form eingeschütteten Preßmassen.

Das Pressen, Spritzen und Strangpressen.

Die Verarbeitung der Materialien zu Preßteilen geschieht nun auf drei Arten:

1. durch Pressen,
2. durch Spritzpressen,
3. durch Strangpressen.

Die meiste Anwendung findet das Pressen, das in gehärteten, sauber polierten Stahlmatrizen vorgenommen wird. Man bringt das Preßpulver oder die Tabletten kalt oder vorgewärmt in die geheizte Matrize und fährt sie zusammen. Der Preßstoff nimmt sehr schnell die Wärme der Matrize an, wird dadurch plastisch und füllt nun, während die Matrize sich langsam schließt, alle Hohlräume derselben aus. Diese Schließzeit beträgt, je nach Art der Preßmasse und der Gestalt des Preßteiles, 0 bis 30 s. Die sich anschließende Heizzeit richtet sich gleichfalls nach der Art der Preßmasse und der Wandstärke des Preßteiles, sie beträgt 1 bis 10 min.

Das Spritzen der Pheno- und Aminoplaste geschieht nicht selbsttätig wie z. B. bei den wiedererweichbaren Preßstoffen der Gruppe I. Beim Erwärmen in einem Vorratsbehälter oder beim Hindurchdrücken durch einen Heizkörper würden die schnellhärtenden Massen zu leicht in den festen Zustand übergehen, ehe sie in die Matrize gelangt sind. Man verwendet daher eine normale hydraulische Presse mit einer besonderen Spritzmatrize, Abb. 2. Bei dieser ist der Füllraum nur so groß, daß er das Material für eine Spritzung faßt. Es werden meist Tabletten verwendet, die sehr gut vorgewärmt sind und aus dem geheizten Füllraum beim Niedergang des Stempels durch eine Düse in die Matrize gedrückt werden. Das Spritzen wendet man mit Vorteil bei sehr dickwandigen Teilen an, die beim Pressen zu lange Zeit zum

Digitized by Google

Durchheizen benötigen. Da das Material beim Durchgang durch die nur wenige mm² große Düse sich infolge der Reibung sehr stark und vor allem auch gleichmäßig erwärmt, beträgt die Heizzeit beim Spritzen noch nicht die Hälfte der beim Pressen des gleichen Teiles notwendigen.

Ein neuartiges Verfahren von großer Bedeutung ist das geschützte Strangpreßverfahren, mit dem die endlose Herstellung von Preßstoffrohren und -stäben in beliebigen Profilen verwirklicht worden ist. Das Preßmaterial in Pulver- oder Tablettenform wird durch eine längere Matrize gepreßt, die am Eingange gekühlt, im übrigen aber auf Härtetemperatur geheizt wird. Die Strangpresse wird als hydraulische Presse gebaut.

Die Matrizen.

Für die Herstellung der Matrizen kommt man mit Stählen von 60 bis 90 kg/mm² in geglühtem Zustande aus, die durch Einsatzhärtung eine möglichst harte Oberfläche erhalten. Meistens verwendet man Chromnickelstähle, nimmt aber auch für große Formen oft den billigeren Kohlenstoffstahl. Für die Aminoplaste genügen diese Stähle in der Regel nicht, da sie von diesen chemisch angegriffen werden. Es bilden sich auf den hellen Preßkörpern, oft erst nach längerer Zeit, dunkle schmutzigbraune Flecken, besonders an den Stellen, an denen das Preßmaterial in der Form den größten Fluß hat. Man muß daher für die Verarbeitung der Aminoplaste die Formen verchromen oder, da die Verchromung gerade an den Fließstellen sehr schnell abgenutzt wird, korrosionsfeste Chromstähle verwenden, die jetzt besonders für diesen Zweck entwickelt worden sind.

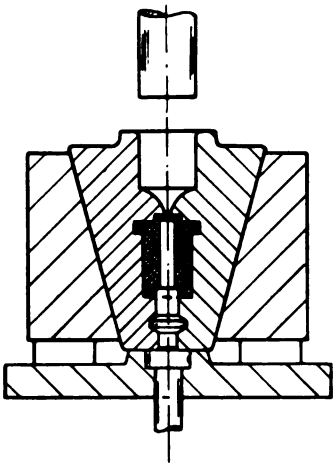


Abb. 2. Spritzmatrize.

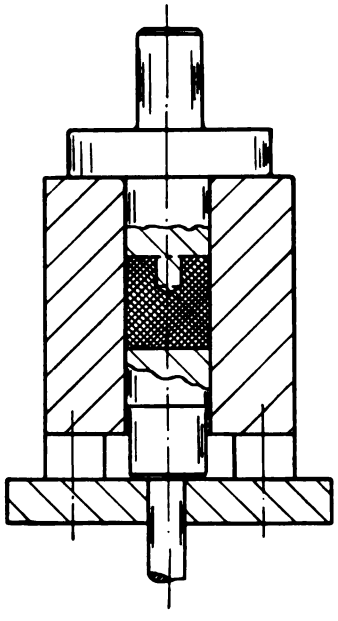


Abb. 3. Einfache Maschinenmatrize.

Die älteste und einfachste Matrize besteht aus Mantel, Ober- und Unterstempel; man nennt sie freie Matrize. Sie wird außerhalb der Presse gefüllt und nach dem Abpressen auch außerhalb der Presse geöffnet. Führt man den Mantel und Oberstempel so aus, daß sie in der Presse festgespannt werden können, und versieht man den Unterstempel mit einem Ausstoßer, der das fertige Stück aus der Matrize herausstößt, so hat man die sogenannte Maschinenmatrize, Abb. 3.

Zeigt das zu pressende Stück irgendwelche seitlichen Löcher oder Unterschneidungen, so muß die Matrize mit beweglichen Seitenschiebern, Abb. 4, oder Beilagen oder Einsätzen, Abb. 5, versehen werden, die ein Herausbefördern des Preßstücks aus der Matrize ermöglichen. Die ersteren werden vor dem Ausstoßen des Stückes zurückgezogen, die letzteren mit dem Stück ausgestoßen und dann entfernt. Da die Beilagen und Einsätze nun außerhalb der Matrize abgenommen werden können, arbeitet man vorteilhaft mit zwei Satz Beilagen, denn der Ausbau, der besonders bei mehreren im Preßteil enthaltenen Metallteilen längere Zeit dauert, kann dann während der Brennzeit des nächsten Einsatzes geschehen. Wenn die Matrize nur zwei Beilagen hat, ist eine weitere Möglichkeit, diese auch gleich unter der Presse beim Ausstoßen aus dem Mantel mechanisch, z. B. durch Nutensteuerung, zu öffnen. Bei drei oder vier Beilagen in der Matrize lagert man diese besser in Gelenken und läßt sie beim Ausstoßen des Preßteiles umklappen, Abb. 6. Im Vergleich zu den einfachsten Matrizen erfordert diese letztere Ausführung bereits ein hohes Maß von Erfahrung und Können. Die Herstellung solcher Matritzen verursacht auch bereits erhebliche Kosten.

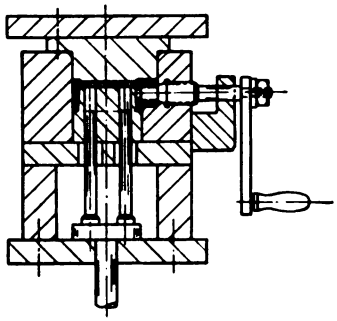


Abb. 4. Matrize mit beweglichem Seitenschieber.

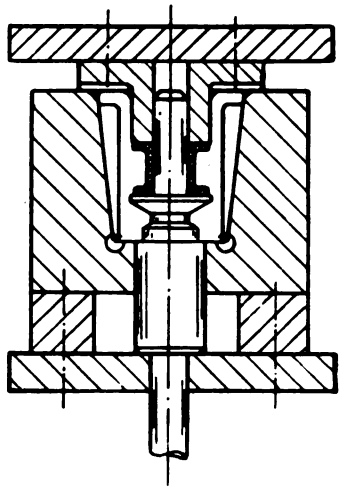


Abb. 5. Matrize mit Beilagen.

Alle diese Bauarten können als Füllraummatrizen für loses Preßpulver und Vorpreßlinge bzw. Tabletten ausgeführt werden. Um zu vermeiden, daß sich bei ungleichmäßigen Wägungen verschieden hohe Stücke ergeben, hat man besonders bei der Herstellung von Mehrfachmatrizen die Füllräume mit Austriebnuten versehen, Abb. 7, aus denen die überschüssige Masse heraustreten kann. Ohne Austriebnuten würde der am stärksten gefüllte Einsatz den Gesamtdruck der Presse aufnehmen und dabei zerstört werden. Dieselbe Matrize kann man auch umgekehrt aufspannen, wenn es sich darum handelt, Metallteile einzupressen, die man nicht gern an den Oberstempel hängt, oder wenn man am Oberteil der Matrize keine Abdrücker vorsehen kann. Allerdings ist bei dieser Bauart darauf zu achten, daß der Mantel den Unterstempel bereits überfahren hat, wenn die hierauf liegende Tablette zerdrückt wird, da sonst Teile derselben aus der Matrize herausfallen können. Den gleichen Zweck, stets gleich hohe Preßteile zu erhalten, erreicht man auch mit der Überlaufmatrize, Abb. 8, bei welcher der überschüssige Preßstoff am Abquetschrand frei auslaufen kann.

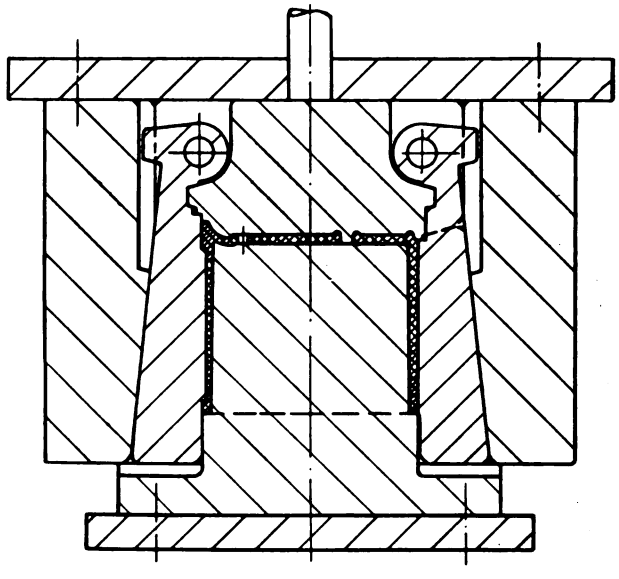


Abb. 6. Matrize mit umklappbaren Beilagen.

Diese letzten drei Bauarten eignen sich nun sehr gut für Mehrfachmatrizen. Bei kleineren Preßteilen können alle Einsätze einen gemeinsamen Füllraum mit

Digitized by Google

Austrieb erhalten, Abb. 9. Bei größeren muß dagegen jeder Einsatz seinen eigenen Füllraum und auch jeder Füllraum seine Austriebsnuten haben, Abb. 10.

Die Heizung der Matrizen kann mit Gas, Dampf, Heißwasser oder Elektrizität erfolgen, und zwar können die Matrizen direkt oder durch zwischengespannte Heizplatten geheizt werden. Bei der elektrischen Heizung kann man sowohl Widerstands- als auch Wirbelstromheizung anwenden. Jede dieser Heizarten hat Vor- und Nachteile. Gas- und elektrische Heizung haben den Vorteil, sich leichter auf verschiedene Temperaturen für die verschiedenen Preßmassen einstellen zu lassen. Sie sind jedoch nicht brauchbar, sobald die Preßstücke in der Matrize nicht nur geheizt, sondern auch gekühlt werden sollen. Dies geht wiederum ohne Schwierigkeiten bei Dampf- und Warmwasserheizung. Die Wahl der Heizart richtet sich daher stets nach den gegebenen Betriebsverhältnissen.

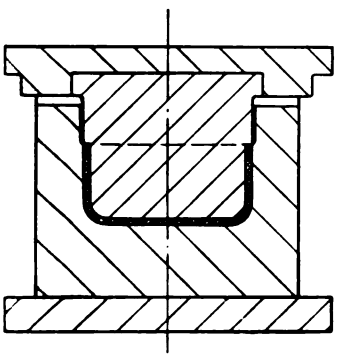


Abb. 7. Matrize mit Austriebnuten.

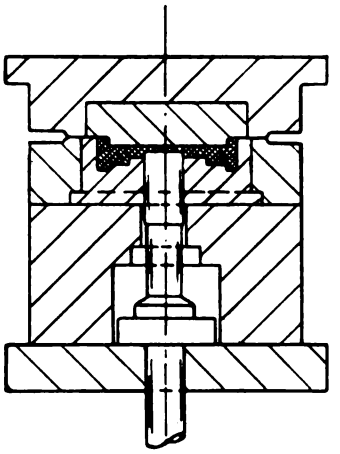


Abb. 8. Überlaufmatrize.

Die Lebensdauer einer Matrize ist im Verhältnis zur Metallpresserei außerordentlich hoch. Sie wird gewöhnlich bei einfachen Preßteilen mit 50 000 bis 100 000 Pressungen angegeben. Bei schwierigen Teilen kann sie jedoch wesentlich geringer sein, da zum natürlichen Verschleiß noch die Gefahr eines frühzeitigen Bruchs hinzukommt; denn bei manchen Preßteilen benötigt man je nach ihrer Gestalt Drücke von 200 bis 800, ja auch 1000 kg/cm².

Dieser Überblick über die Matrizenausführungen zeigt zwar, daß heute praktisch jeder Wunsch hinsichtlich der Gestaltung eines Preßteiles erfüllt werden kann. Sehr deutlich kommt jedoch auch die Tatsache zum Ausdruck, daß eine komplizierte Gestaltung der Preßstücke zwangsläufig komplizierte Matrizen zur Folge hat. Diese Matrizen sind selbstverständlich verhältnismäßig teuer, haben meist eine kürzere Lebensdauer und geben auch geringere Schichtleistungen infolge der schwierigeren Bedienung. In diesem Zusammenhang muß nun besonders darauf hingewiesen werden, daß es in vielen Fällen gar nicht nötig ist, so schwierige Matrizen zu bauen, und zwar dann, wenn die einzige Ursache der Umstand ist, daß der Entwerfende zäh an Formen festhält, die bei anderen Werkstoffen zweckmäßig sind. Es wird Aufgabe des nächsten Aufsatzes sein[1]), auf diesen Punkt besonders einzugehen. Immerhin soll bereits bei der Behandlung des Matrizenbaues betont werden, daß der Konstrukteur von Preßteilen sich mit der Isolierstoffpresserei vertraut macht, oder schon beim Entwerfen der Preßteile den Rat des Preßtechnikers einholt.

Die Pressen und die hydraulische Anlage.

Man verwendet sowohl mechanische als auch hydraulische Pressen. Die älteste mechanische Presse ist die Handpresse. Ursprünglich als Einsäulenpresse von der Preßporzellanherstellung übernommen, wird sie heute fast nur als Doppelständerpresse verwendet. Für Drücke bis zu 10 t baut man sie als Einkurbelpresse, für Drücke bis zu 60 t als Zweikurbelpresse. Die Handpressen haben im allgemeinen den Vorteil, wenig Ausbesserungsarbeiten zu verursachen und die Matrizen sehr zu schonen, da der Presser sie, dem Fluß der Masse entsprechend, zuziehen kann.

Für mittlere Drücke von 40 bis 100 t verwendet man in letzter Zeit viel die Kurbelpressen mit Motorantrieb. Da die Preßmasse in der Matrize jedoch eine längere Schließzeit hat, kann die Presse nicht bis zur Endstellung, in welcher der Motor für die Dauer der Brennzeit ausgeschaltet wird, durchfahren. Aus diesem Grunde müssen derartige Pressen für Kunstharz eine Ausgleichseinrichtung in dem sonst starren Antriebsmechanismus haben, die verschieden ausgeführt wird. Einige Hersteller verwenden zu diesem Zweck eine einstellbare Reibkupplung, andere einen Flüssigkeitsausgleich, wobei der Motor eine Ölschleuderpumpe treibt, die bei Erreichung des eingestellten Druckes den Antrieb schlüpfen läßt, andere wieder einen Luftausgleich in Gestalt eines Luftzylinders, der einen Ausweichhebel betätigt.

Alle diese motorgetriebenen Pressen werden auch mit selbsttätiger Steuerung gebaut, so daß die Bedienung sich nur auf das Entleeren, Säubern und Füllen der Matrize sowie einmaliges Drücken des Betätigungsknopfes je Arbeitshub beschränkt. Die Pressen sind besonders gut für kleine Teile, auch in Mehrfachmatrizen, geeignet, bei denen es auf Abkürzung der Bedienungszeit besonders ankommt.

Von besonders großer Bedeutung sind schließlich die hydraulischen Pressen. Für Einzelantrieb haben sich verschiedene Ausführungen mit selbsttätiger Steuerung bewährt. So wird z. B. in einem Falle der zum Zufahren nötige Niederdruck durch die Schleuderpumpe besorgt, und beim Aufsetzen des Matrizenstempels auf die Preßmasse schaltet dieser selbsttätig den durch eine Dreikolbenpumpe erzeugten Preß-Hochdruck ein. Eine andere Konstruktion ist mit eingebautem Druckwasserspeicher versehen. Sämtliche Pressen werden auch mit Druckluftsteuerung, Hubverzögerung, Ausstoßer und Temperaturregler geliefert.

Größere Betriebe haben ohne Ausnahme neben den geschilderten mechanischen und hydraulischen Einzelpressen gemeinsam mit Druckwasser versorgte hydraulische Pressen. Eine solche Druckwasseranlage ist meistens für drei Druckwasserstufen eingerichtet, und zwar

Füllwasser bis zu 5 at,
Niederdruck 50 bis 100 at und
Hochdruck 200 bis 400 at.

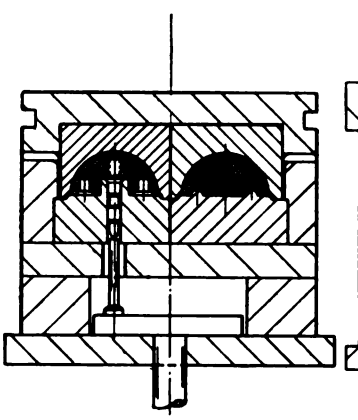


Abb. 9. Mehrfachmatrize mit gemeinsamem Füllraum und Austrieb.

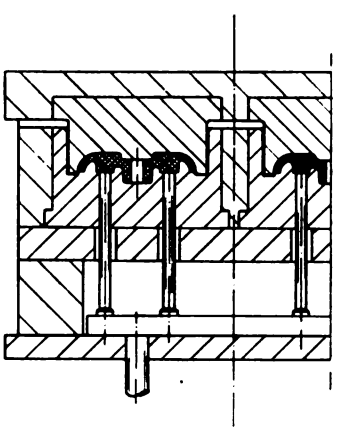


Abb. 10. Mehrfachmatrize mit besonderem Füllraum und Austrieb für jeden Einsatz.

Füllwasser entnimmt man einem Hochbehälter oder bei Unterkolbenpressen besser einer Schleuderpumpe. Für Niederdruckwasser verwendete man bis vor einigen Jahren Gewichtsdruckspeicher, heute jedoch meistens Luftdruckspeicher. Letztere werden bevorzugt, weil sie einen geringeren Raum brauchen und einfacher in der Bedienung sind. Für Hochdruckwasser verwendet man hydraulisch belastete Druckspeicher, sogenannte Multiplikatoren, in den letzten Jahren aber auch Luftdruckspeicher. Diese können für alle Drücke sowohl waagerecht als auch senkrecht gebaut werden.

Nachbehandlung der Preßteile.

Im allgemeinen kommen die Preßteile fertig gehärtet aus der Matrize. Nur in Sonderfällen, z. B. bei hohen elektrischen Anforderungen oder bei sehr starkwandigen Teilen, härtet man sie noch in der Wärme nach. Dies geschieht mit Vorteil in doppelwandigen Kesseln, den Bakelisatoren, deren Mantel zum Heizen dient, wäh-

[1]) S. 278 dieses Heftes.

Digitized by Google

rend der Innenraum mit 5 bis 10 at Preßluft gefüllt wird. Bei einfachen Teilen erübrigt sich auch jede Bearbeitung. Die Oberfläche kommt mit einem der Politur der Matrizenoberfläche entsprechenden Glanz aus der Matrize. Alle Bohrungen, Gewinde und Aussparungen werden mitgepreßt, nur der verhältnismäßig schwache Grat von 0,05 bis 0,2 mm Stärke muß entfernt werden. Dies geschieht vielfach in der Scheuertrommel oder durch Befeilen. Genügt jedoch in einzelnen Fällen die Genauigkeit oder Planheit des Preßteiles nicht den gestellten Anforderungen, so ist die Nachbearbeitung verhältnismäßig schwierig, da die Materialien die Werkzeuge stark stumpfen. Es kommt daher für die Bearbeitung von Flächen vornehmlich das Schleifen mit Carborundumscheiben mit weicher, also organischer Bindung in Frage. Da die Kunstharzmassen in der Schleifwärme leicht schmieren, verwendet man grobe Körnungen und erzielt eine saubere Schleiffläche durch hohe Geschwindigkeit. Diese beträgt etwa 30 ms^{-1}, das bedingt bei einem Scheibendurchmesser von 100 mm etwa 6000, bei 50 mm Dmr. etwa 12 000 U/min der Schleifspindel. Man muß also sehr schnellaufende Maschinen zur Verfügung haben. Für das Fräsen, Bohren und Drehen brachte die Einführung der Hartmetallwerkzeuge eine große Erleichterung. Die Hartmetallschneide hat gegenüber den Stahlschneiden etwa die fünfzigfache Lebensdauer. Da das Hartmetall verhältnismäßig teuer und die Anfertigung größerer Stücke schwierig ist, arbeitet man mit eingespannten oder hart aufgelöteten Plättchen von 1 bis 3 mm Stärke. Man fertigt sowohl Drehstähle als auch Bohrer und Fräser, ja selbst größere Gewindebohrer auf diese Art an. Die Schnittgeschwindigkeit liegt mit 150 bis 200 m je Minute ebenfalls sehr hoch. Man braucht auch hier sehr schnellaufende Bohr- und Drehspindeln, bis zu 12 000 U/min.

Wenn man auch die feinsten Gewinde in den meisten Fällen gut mitpressen kann, so zieht man es aus wirtschaftlichen Gründen mitunter vor, sie nachträglich zu schneiden. Da kleine Gewindebohrer in Hartmetall nicht auszuführen sind, bleibt nichts anderes übrig, als Schnellstahlbohrer zu verwenden. Sehr wichtig beim Bohren und Gewindeschneiden ist der gute Spanabgang. Deshalb nimmt man nicht vier-, sondern dreischnittige Bohrer mit großen Spannuten. Neuerdings sind Gewindebohrer am Markt, die in kurzen Abständen Einstechnuten haben, welche ein Abschlagen des stumpf gewordenen Endes ermöglichen.

In Sonderfällen ist auch eine weitere Veredelung der Preßteiloberfläche durch Polieren möglich. Hat man zur Entfernung des Grates oder aus anderen Gründen die Oberfläche erst schleifen müssen, so muß man diese vor dem Polieren zunächst mit der harten Scheibe aus Inlett- oder Leinenstoff mit scharfer Bimsmehlpaste bearbeiten. Danach kommt das Polieren mit der weicheren Scheibe und einer weichen Polierpaste. Zum Schluß folgt zur Entfernung des Fettes das Abglänzen mit der trockenen weichen Flanellscheibe.

Die Umfangsgeschwindigkeit der Polierscheibe beträgt zweckmäßigerweise etwa 20 ms^{-1}, das sind etwa 1250 U/min bei 300 mm Scheibendurchmesser. Beim Polieren ist das Preßstück nur leicht anzudrücken und viel zu bewegen, damit es nicht warm und dadurch blind wird. Durch Sandstrahlen mit feinem Sand kann man schließlich die Oberfläche ganz oder teilweise mattieren und damit sehr gute Wirkungen erzielen. Auch ein Lackieren mit luft- oder ofentrocknenden Lacken zur Verschönerung der Oberfläche oder zur Erhöhung ihrer Kriechstromfestigkeit ist gut anwendbar.

Elektrotechnische Erzeugnisse aus Kunstharz-Preßstoffen und ihre Konstruktion.

Von Direktor **Alfred Hermanni**, Berlin.

1. Allgemeine Gesichtspunkte für die Konstruktion.

Von den sehr umfangreichen und gründlichen Kenntnissen, die man heute neben einer gewissen erfinderischen Begabung von einem ersten Konstrukteur verlangt, sollen hier nur diejenigen vorausgesetzt werden, welche sich auf die zweckmäßige Gestaltung der Isolierkörper mit Rücksicht auf ihren Gebrauchszweck und das Zusammenwirken mit anderen Teilen oder sonstigem Werkstoff beziehen, mit denen sie unmittelbar oder mittelbar in Verbindung stehen.

Auch die an sich ebenfalls sehr wichtige Frage der richtigen Ausbildung und Benutzung keramischer Werkstoffe soll hier ausscheiden, und es sollen lediglich die Voraussetzungen konstruktiver Natur behandelt werden, denen Preßstoffe in ihrer Anwendung als Isolierkörper unterliegen. Hierzu gehören in erster Linie Kenntnis der Werkstoffeigenschaften, der Herstellungsarten selbst und Kenntnis der Werkzeuge für die Herstellung. Sind diese Kenntnisse vorhanden, so ergibt sich als Aufgabe des Konstrukteurs, sie derart auszunutzen, daß ein Gegenstand von höchster Güte und Preiswürdigkeit entsteht.

Zahlentafel 1. Isolierpreßstoffe

Werkstoff Name (Aufbau)	Type	I. Mechanische Festigkeit: Biegefestigkeit trocken kg/cm²	Biegefestigkeit feucht [bei 65% Luftfeuchtigk.] kg/cm²	Schlagbiegefestigkeit trocken kg/cm²	Schlagbiegefestigkeit feucht [bei 65% Luftfeuchtigk.] kg/cm²	II. Thermische Eigenschaft und Stoffkonstante: Wärmefestigkeit Martensgrad	lin. Ausdehngs.-Koeffiz. bei 50° C × 10⁻⁶	Wärmeleitfähigkeit cal · 10⁵ / cm · s · °C	Glutfestigkeit Gütegrad
		Mindestwerte				Mindestwerte	Absolutwerte		Mindestwerte
Holzmehl-Phenoplast (Mischung 50/50)	S	700 = 1	0,5	6 = 1	0,69	125 = 1	37 ··· 60	42 ··· 55	3
Asbest-Phenoplast	1	0,7	0,7	0,58	0,56	1,2	20 ··· 35	rd. 100	4
Asbest-Phenoplast mit mineral. Füllstoff	2	0,5	0,5	0,33	0,33	1,2	—	—	4
Asbest-Phenoplast mit mineral. Füllstoff	3	0,29	—	0,29	—	1,2	—	—	4
Holzmehl-Phenoplast	0	0,86	0,43	0,83	0,65	0,8	37 ··· 60	42 ··· 55	2
Gewebe-Phenoplast	T	0,86	—	2	—	1	30 ··· 40	42 ··· 55	3
Asbestschnur-Preßstoff		1	—	3,3 ··· 5	—	1,6	—	—	4
Phenoplast — Preßharz		0,93	—	1,08	—	1,2	—	—	4
Cellulose-Aminoplast	K	0,86	0,65	0,83	0,52	0,8	rd. 40	rd. 35	2
Bitumen + Asbest + anorgan. Füllstoffe	4	0,25	—	0,2	—	1,2	—	—	3
Naturharz + Bitumen + Asbest + anorgan. Füllstoffe	7	0,36	—	0,25	—	0,5	—	—	1
Bitumen + Asbest + anorgan. Füllstoffe	8	0,21	—	0,17	—	0,36	—	—	3
Azetyl-Zellulose	A	0,43	—	2,5	—	0,36	—	—	1
Nitrozellulose	N	0,43	—	0,67	—	0,32	—	—	2
Polystyrol		0,87	—	2,8	—	0,52	rd. 100	rd. 20	1
Bleiborat + Glimmer	Y	1,43	—	0,84	—	3,2	0,23	—	5
Asbest + Zement	X	0,21	—	0,25	—	2	—	—	5

*) Werte zum großen Teil aus Mehdorn, Kunstharz-Preßstoffe.

Digitized by Google

Die nachstehenden Ausführungen sollen dazu beitragen, den Konstrukteur von Isolierpreßstoff-Fabrikaten zu veranlassen, die notwendige Formgebung zwar mit vollem Vertrauen zu dem Werkstoff, aber auch unter voller Rücksichtnahme auf dessen Eigenschaften durchzuführen.

Die verhältnismäßig junge Technik der Herstellung von Erzeugnissen aus Preßstoffen macht es erklärlich, daß in der bisherigen Entwicklung fast ausschließlich in Sonderabhandlungen über wissenschaftliche und fabrikatorische Grundlagen berichtet wurde.

Über wichtige und umfassende Gesichtspunkte sind insbesondere in den Werken von Mehdorn und Sommerfeld ausgezeichnete Unterlagen vorhanden[1]). Auf die Arbeit von Mehdorn wird im nachfolgenden an wichtigen Stellen Bezug genommen.

Die Entnahme der beispielsweisen Anwendungen aus dem Gebiete der Elektrotechnik gibt Gelegenheit zur Berücksichtigung aller Verhältnisse, so daß die Nutzanwendung auf andere Artikel z. B. rein mechanisch oder thermisch oder durch Nässe beanspruchte Gebrauchsgegenstände ohne weiteres gegeben ist.

2. Eigenschaften der Isolierpreßstoffe.

Die Zahlentafel 1 gibt eine Zusammenstellung der Isolierpreßstoffe nach den Gesichtspunkten der Konstruktion, sie enthält bereits die Typisierungstabelle der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Um dem Konstrukteur die Auswahl des Preßstoffes zu erleichtern, sind so weit wie möglich die Relativwerte, bezogen auf den meist verwendeten Werkstoff Type S, 50 % Phenol, 50 % Holzmehl, genannt. Bei diesem Werkstoff sind auch die geltenden Werte eingetragen. Für die Konstruktion sind nicht nur die üblichen Werte aus der Werkstoffkunde, insbesondere Festigkeitswerte, maßgebend, sondern auch technisch wirtschaftliche Eigenschaften, z. B. die für die Kalkulation wesentlichen Angaben über Verarbeitungsbedingungen und Preis des Ausgangstoffes. Die Zahlentafel enthält daher auch derartige Werte.

Hauptspalte I der Zahlentafel enthält von den Werten für die mechanische Festigkeit diejenigen über Biege- und Schlagbiegefestigkeit. Da die Werte für Zug- und Druckfestigkeit sowie Bruchdehnung nur unvollständig vorliegen, ist auf deren Angabe verzichtet. Wie auch Mehdorn bereits in seinem Werk über Kunstharzpreßstoffe, dem die Zahlenangaben zum großen Teil entnommen sind, betont, steht der Erforschung der Festigkeitswerte noch ein weites Feld offen. Ergebnisse von Versuchen deuten aber bereits darauf hin, daß auch Isolierpreßstoffe ähnlich wie Metalle eine Elastizitätsgrenze besitzen, so daß also zulässige Spannungen dafür angegeben werden könnten. Für den Konstrukteur ergibt sich daraus, daß die Ergebnisse der neueren Festigkeitslehre[2]) qualitativ wohl verwendet werden können, daß aber leider die zahlenmäßige Auswertung noch nicht möglich ist. Es ergibt sich also, daß vorläufig nur die Vergleichswerte Biegefestigkeit und Schlagbiegefestigkeit praktische Bedeutung erlangt haben. In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß für die angegebenen Werte an sich eine Toleranz berücksichtigt werden muß, deren Umfang durchaus abhängig von der Gleichmäßigkeit der Herstellung und des Rohwerkstoffes sein kann. Durch genaue Einhaltung der Preßzeiten, gleichmäßige Zuteilung der Materialmenge, Tablettieren oder Anwendung des Spritzverfahrens wird die Güte des Erzeugnisses in der Richtung, daß nur geringe Abweichungen von den Festigkeitswerten bei den einzelnen Stücken entstehen, ebenso gefördert wie durch gleichmäßige Wandstärken. Die Gewährleistung einer bestimmten Güte von fertigen Körpern ist an Hand der in der Zahlentafel der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie angegebenen Mindestwerte nur in beschränktem Maße möglich, da die Überprüfung dieser Werte an sich nur an Probestäben vorgenommen werden kann. Die Güte der Auspressung bleibt dem Verantwortungsbewußtsein des Herstellers in erheblichem Umfange überlassen.

Allerdings erfolgt eine Überprüfung vielfach durch eine dem Gebrauchszweck angepaßte Erprobung, wie sie z. B. in den Vorschriften des VDE in der Fallgewichtprüfung, Schlagpendelprüfung, Fallprobe und Martensprobe am fertigen Stück vorgesehen sind. Noch weitergehende Nachprüfungen der praktischen Brauchbarkeit werden in den Anforderungen der Installations-Fragen-Kommission (IFK) vorgesehen.

Die thermischen und stofflichen Eigenschaften der Hauptspalte II sind für den Konstrukteur beim Entwurf selbst vielfach von untergeordneter Bedeutung. In Sonderfällen jedoch wie z. B. bei Griffen für Wärmegeräte oder bei Gerätesteckdosen sind die angegebenen Werte wichtig. Die thermischen Eigenschaften, unter denen bisher noch die spezifische Wärme fehlt, sind für die Beurteilung insbesondere beim Einpressen von Metallteilen oder bei etwaiger Anwendung in der Wärmetechnik von Bedeutung. Die Feststellung der Wärmefestigkeit nach Martens liefert leider nur Vergleichswerte, hat sich aber trotzdem für die allgemeine Beurteilung der Wärmefestigkeit fertiger Isolierkörper als zweckmäßig erwiesen. Die Angabe der zulässigen Spannung in Abhängigkeit von der Erwärmung fehlt dabei gänzlich.

Hauptspalte III gibt eine Übersicht über die elektrischen Eigenschaften der Isolierpreßstoffe. In letzter Zeit ist ein neuer Begriff hinzugekommen, der das Verhalten der Isolierpreßstoffe in bezug auf Kriechstrombildung erfassen soll, die Kriechstromfestigkeit. Die noch ungenügenden Grundlagen zur Beurteilung der Kriechstromfestigkeit führten sogar zur teilweisen Ablehnung solcher

[1]) Mehdorn, Kunstharz-Preßstoffe, VDI-Verlag G.m.b.H. 1934. Sommerfeld, Gummifreie Isolierstoffe, Zentralverband d. deutsch. elektr. Ind., Berlin, 1927.

[2]) Siehe z. B. Lehr, Spannungsverteilung in Konstruktionselementen, VDI-Verlag G.m.b.H., 1934.

und deren Werkstoffeigenschaften.*)

Beiwerte	III. Elektrische Eigenschaften			IV. Herstellungseigenschaften					V. Ungefähres derzeitiges Preisverhältnis
spez. Gew. g/cm³	Oberflächenwiderstand (bei 65% Luftfeuchtigkeit) MΩ	tg δ	Durchschlagfestigkeit [bei 1 mm-Platte] kV/mm	Bearbeitungsart	Härtungsgeschwindigkeit	Oberflächengüte	Preßpulver je l Füllraum kg/l	durchschnittl. Preßdruck kg/cm²	
Durchschnittswerte	Absolutwerte								
1,35 = 1	$5 \cdot 10^3$	0,2	17	Warmpressen	1	1	0,5 = 1	150 = 1	1
1,3 ··· 1,4	10^4	0,3	8	Warmpressen	1	0,8 ··· 1	1	1,7	1 ··· 1,25
1,55	$8 \cdot 10^4$	0,3	8	Kaltpr. Nachhärtung	0	stumpf, unglatt	1	—	0,5 ··· 1
1,55	—	—	—	Kaltpr. Nachhärtung	0	stumpf, unglatt	—	—	0,5 ··· 1
0,96 ··· 1,04	10^6	0,04	17	Warmpressen	1	1	1,2	1 ··· 1,7	1,5
1,04	$3 \cdot 10^3$	0,22	15	Warmpressen	1	0,5 ··· 0,8	0,2	1,7	2 ··· 2,5
1,3 ··· 1,4	—	—	—	Warmpressen	1	0,5 ··· 0,8	—	—	2,5
0,94	> 10^6	0,02	21	Warmpressen	0,33	1	—	—	1,5
1,15	10^6	0,02	13	Warmpressen	0,75	1	—	—	2,5
1,5 ··· 1,7	10^6	0,3	8	Kaltpressen	0	stumpf, unglatt	—	—	—
1,4 ··· 1,55	10^6	0,2	15	Warmpressen	—	0,5 ··· 0,8	—	—	—
1,4 ··· 1,55	> 10^6	—	—	Warmpressen	—	0,8	—	—	—
1,0 ··· 1,2	10^3	0,03	20	Spritzen	—	1	—	—	—
1,3 ··· 1,4	10^6	0,05 ··· 0,15	19	Warmpressen	—	1	—	—	—
0,78	> 10^6	0,0003	18	Spritzen	—	1	—	—	—
2,4	> 10^6	—	15	Warmpr. ca. 700°	—	stumpf, unglatt	—	—	—
1,5 ··· 1,8	—	—	—	Kaltpressen	0	rauh	—	—	—

Digitized by Google

Fabrikate im Ausland, bei denen Isolierpreßstoff als Träger strom- und spannungführender Teile verwendet ist. Verhältnismäßig wenige, ungünstige Erfahrungen, die an nachweisbar unsachgemäß konstruierten Geräten gemacht wurden, waren der Anlaß dazu. Demgegenüber muß betont werden, daß nur in höherem Maße als bei anderem Material die richtige Auswahl der Werkstofftype und insbesondere die konstruktive Durchbildung maßgebend ist. Hier dem Konstrukteur in immer weitergehendem Maße alle Angaben zu bringen, welche falsche Anwendung oder falsche Formgebung vermeiden, ist eine äußerst wichtige Aufgabe.

Die hervortretenden vorteilhaften Eigenschaften von Isolierteilen aus Preßstoff sind Maßhaltigkeit, Festigkeit und ästhetisch schönes Aussehen, die aber natürlich ihren vollen Wert nur dann haben, wenn sachgemäße Verwendung und Konstruktion dafür sorgen, daß die elektrischen und thermischen Beanspruchungen ausgehalten werden. Hierauf wird an Beispielen später eingegangen.

Zur Vervollständigung sind in Hauptspalte IV einige herstellungstechnische Eigenschaften angegeben, die allerdings für den Entwurf selbst von weniger großer Bedeutung sind; außerdem enthalten Spalte IV und V auch für die Kalkulation wichtige Angaben.

Fabrikate aus Isolierpreßstoff sind im allgemeinen gegen Säuren und Basen niedriger Konzentration beständig. Für weitergehende Beanspruchungen sind sowohl in der Konstruktion als auch in der Preßstoffauswahl Sonderausführungen notwendig, über die im Rahmen dieser Darlegungen nähere Angaben nicht gemacht werden können.

3. Vorschriften.

Bei der Konstruktion sind die hauptsächlichsten VDE-Vorschriften zu beachten[3]). Über die für Isolierpreßstoffe in Frage kommenden Prüfbedingungen, Prüfverfahren und Prüfgeräte wird an anderer Stelle eingehend berichtet[4]). Die in den VDE-Vorschriften enthaltenen Anforderungen erstrecken sich im wesentlichen auf: Einhaltung von Kriech- und Luftstrecken, bestehende Wärmebeanspruchungen, Feuchtigkeitsbeanspruchung und Festigkeitsbeanspruchung. Auch im Ausland hat man eine Prüfung der aufgestellten Bedingungen mit mehr oder weniger den praktischen Beanspruchungen nachgebildeten Prüfgeräten aufgenommen. Der Konstrukteur hat also zur Zeit auch diese zu beachten. Hier sind in erster Linie zu erwähnen: Glühkonus- und Fallhammerprüfung sowie Wärmeprüfung im Feuchtigkeitschrank.

4. Auswahl des Isolierpreßstoffes nach dem Anwendungszweck.

Als meist verwendeter Preßstoff ist die Type S bekannt. Diese hat alle preßtechnischen und mechanischen Eigenschaften, wie sie z. B. für Abdeckteile jeder Art erforderlich sind. Auf die Eigenschaften und die Auswahl des Werkstoffes wird im übrigen bei den später beschriebenen Konstruktionsbeispielen eingegangen.

5. Konstruktion.

a) Konstruktive Gesichtspunkte in bezug auf die Preßform. Grundsätzlich sind dem Konstrukteur bei der Formgebung keine Grenzen gesetzt. Die Rücksicht auf die verhältnismäßig hohen Kosten der Werkzeuge nötigt aber mehr wie bei anderen Fabrikaten dazu, das fertige Gerät so durchzubilden, daß eine möglichst einfache Preßform entsteht. Der Konstrukteur muß sein äußerstes Bemühen und Überlegen zuerst darauf richten, sein konstruktives Gebilde in einer nur aus Ober- und Unterteil bestehenden Preßform herstellen zu können. Dies ist nicht nur wegen des Preises der Form, sondern auch ihrer Bedienung, also des eigentlichen Arbeitsvorganges bedeutsam.

Abb. 1. Gewindering mit einer nur aus Ober- und Unterteil bestehenden Matrize gepreßt.

Abb. 1 stellt als Beispiel einen Gewindering dar, bei dem eine besondere Spindel für das Gewinde vermieden ist. Dieser Ring ist nur mit einem einzigen Gewindegang ausgerüstet und gestattet daher die Teilung der Form an einer Trennlinie längs dieses Ganges. Die Trennfuge ist in der Abbildung zu erkennen.

Wenn es die Anforderungen an das Gerät nötig machen, auf die Anwendung solcher Vorbedingungen für einfache Herstellung zu verzichten, z. B. wenn das gleiche Grundteil deshalb möglichst für verschiedene Anwendungen geeignet wird, muß wiederum auf eine möglichst einfache Ausbildung der zusätzlichen Preßformteile Rücksicht genommen werden. Abb. 2 zeigt ein Gehäuse, das mit Stutzen in 6 verschiedenen Anordnungen gebraucht wird. Jede Bauart würde eine besondere Preßform erfordern. Die Möglichkeit, mit einem einzigen Unterteil auszukommen, besteht, wenn auswechselbare Einsatzteile in der Preßform vorgesehen sind. Die Rücksichtnahme der Konstruktion besteht darin, daß die äußere Gestalt achteckig durchgebildet wurde, so daß die Trennfugen mit den Kanten zusammenfallen und wenig Grat und damit verbundene Putzarbeit entstehen.

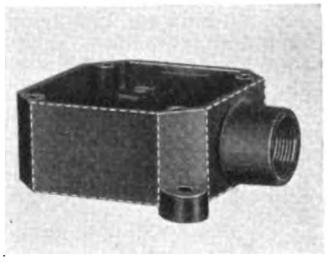


Abb. 2. Preßstoffgehäuse aus einer Matrize mit auswechselbaren Seiteneinsätzen.

Wenn man die Rohreinführungstutzen nicht rund, sondern gleichfalls passend profiliert ausführt, so kann auch die Verwendung besonderer Einsätze in der Preßform erspart werden.

Auf die vorteilhafteste Lage der Trennfuge und die Vermeidung von Preßgrat ist bereits bei der Gestaltung des Preßstückes dadurch Rücksicht zu nehmen, daß an diesen Stellen Zierrippen, Wulste oder dgl. in Erscheinung treten, wie solche z. B. an Dosen und Steckerkörpern bereits Anwendung finden.

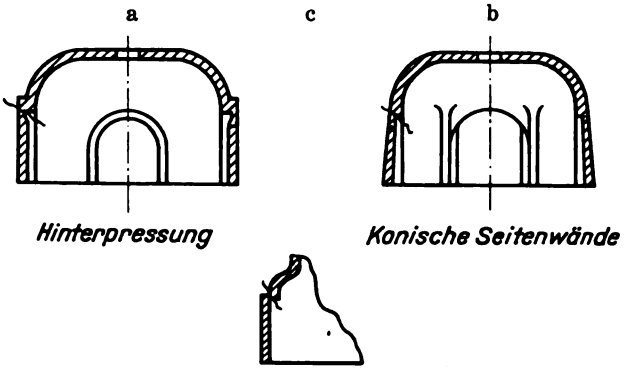


Abb. 3. Ausbruchwände in Isolierpreßstoff für Einführungsöffnungen.

Hinterpressungen an der Innenseite von Gehäuseteilen sollten möglichst vermieden werden, da sie mehrteilige Stempel bedingen oder unter Umständen preßtechnisch nicht ausführbar sind. Geringe Hinterpressungen sind jedoch ohne schwierige Preßform möglich, wenn das Teil besonders im warmen Zustand noch auf dem Stempel sitzend ausreichend federt. Abb. 3a zeigt ein solches Beispiel. Bei mechanisch hochfesten, starkwandigen und daher steifen Kappen ist dies aber natürlich unmöglich. Um bei solchen Kappen den für etwaige Ausbruchwände notwendigen geringen Querschnitt zu erhalten, ist die Kappe gemäß Abb. 3b außen stark konisch gehalten, so daß an der fraglichen Stelle ein scharfkantiger, geringer Querschnitt entsteht. Damit beim Ausbrechen an dieser Stelle eine Beschädigung der Kappe vermieden wird, ist eine Rippenverstärkung an der Ausbruchwand angeordnet. Eine andere Lösung besteht darin, die leichte Ausbrechbarkeit durch Versetzen der auszubrechenden Teile gegen die Wandung (Abb. 3c) zu erreichen. Auch hierbei muß auf die Entstehung scharfkantiger Gebilde an den beabsichtigten Trennstellen geachtet werden.

Wenn die Konstruktion von Preßstoffteilen demnach eine Reihe von Rücksichten in bezug auf den eigentlichen

[3]) Isolierstoffe: VDE 0302, 0303, 0305, 0308. Geräte: VDE 0610, 0625, 0626, 0630, 0650, 0660, 0710, 0720, 0730, 0740, 0750.

[4]) Siehe S. 284 dieses Heftes.

Digitized by Google

Preßvorgang und die dabei entstehende Formgebung erforderlich macht, so kann auch die Entnahme des Preßstückes aus der Form zu Veränderungen führen, die mehr oder weniger schädlich oder unerwünscht sind. Die mit dem Auswerfen verbundenen Verhältnisse sind also ebenfalls bei der Konstruktion mit zu berücksichtigen. Stark konische Kappen z. B. lösen sich aus dem Unterstempel infolge des Schwindungsvorgangs beim Erkalten ohne Anwendung eines Auswerfers im Unterstempel, so daß die Kappe vom Oberstempel mitgenommen und alsdann mittels Auswerfers von innen abgestoßen wird. Die sichtbare Außenfläche der Kappe bleibt also frei von jeder Markierung des Auswerfers. Bei hoch- und dünnwandigen Teilen, besonders wenn sie nur wenig konisch gehalten werden können, muß bei der Konstruktion darauf Rücksicht genommen werden, daß das Unterteil der Form zweckmäßig zweiteilig ausgeführt wird und der Auswerfer als formgebender Einsatz ausgebildet ist (Abb. 4). Eine scharfkantige Ausbildung des oberen Randes der Kappe macht diese verhältnismäßig starr und schlagempfindlich; sie kann auch leichter ein geringes Einsinken der oberen Fläche mit sich bringen und dann unschön wirken. Auswerfer besonders in Bolzen- oder Stempelform werden einen ihrer Umfläche entsprechenden Grat auf der beanspruchten Seite des Arbeitstückes erzeugen. Bei einem Schaltrad kann durch diesen Grat, wenn er nicht sorgfältig entfernt wird, eine Hemmung des Schaltvorganges eintreten. Hier muß durch Anordnung einer Abstandswulst oder Verlegung des Auswerfers an unschädliche Stellen schon rein konstruktiv vorgebeugt werden. Entsteht durch Ausstoßstempel Grat an Stellen, an denen mit einer glatten Kriechstrecke gerechnet war, so kann durch das Entfernen des Grates ein Aufrauhen der Oberfläche und somit leicht ein Feuchtigkeitsbehälter entstehen. Das Aufsetzen des Ausstoßers soll deshalb nicht allein dem Preßformbauer oder Fabrikanten überlassen sein, sondern mit dem Konstrukteur vereinbart werden.

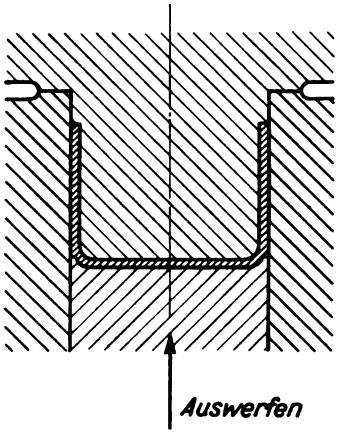


Abb. 4. Auswerfer im Matrizenunterteil als formgebender Einsatz ausgebildet.

b) Konstruktive Gesichtspunkte in bezug auf den Preßvorgang. Die Steigfähigkeit beim Pressen in der Form ist bei den verschiedenen Isolierpreßstoffen verschieden. Die Mindestwandstärke ist hiervon abhängig und darf daher ein bestimmtes Maß nicht unterschreiten. Sie ist jedoch in erhöhtem Maße abhängig von der Größe des Stückes und insbesondere von der Formgebung: gleichmäßige, nach strömungstechnischen Grundsätzen entworfene Teile besitzen daher ungleich bessere Steigfähigkeit als solche mit scharfen Kanten und Ecken. Isolierpreßstoff Type 2, 3, 7, 8 und X setzt im allgemeinen eine starkwandigere Anwendung voraus als Type S, O, 1, A, N, K. Die richtige Auswahl und Anwendung sollte in den Konstruktionsabteilungen durch Musterbeispiele gefördert werden, deren Sammlung und Bekanntgabe erwünscht ist.

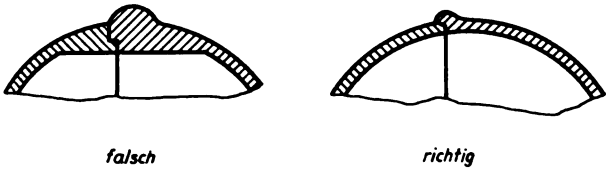


Abb. 5. Gestaltung der Preßfuge eines zweiteiligen Preßstoffgehäuses.

Von maßgebendem Einfluß ist es, das Stück so durchzubilden, daß es während der ganzen Dauer des Preß- und Backvorganges gleichmäßig durchwärmt wird. Nur dann erhält der Körper an sämtlichen Stellen gleich gute mechanische, elektrische und thermische Eigenschaften. Innere Spannungen, die entstehen, wenn entweder der Preßstoff an verschiedenen Stellen nicht zum gleichen Zeitpunkt während des Preßvorganges zum Endzustand erhärtet oder wenn das Stück zufolge verschieden starker Querschnitte wie beim Erkaltungsvorgang von Gußeisen verschieden stark schwindet, können damit vermieden werden.

Nach Abb. 5 ist zunächst ein Gehäuse, das aus Metall hergestellt wurde, unverändert in Isolierstoff entworfen worden unter Anwendung der gleichen Herstellungsweise der Trennfuge wie bei Metall. Dies ist unzweckmäßig. Bei der Ausbildung in Isolierpreßstoff in der richtigen Anwendung können Zugaben und Verstärkungen des Querschnittes unterbleiben, da eine nachträgliche Bearbeitung wegfällt und die Anwendung einer gleichmäßigen Wandstärke zu empfehlen ist.

Abb. 6. Vermeidung des Einpressens von Metallteilen.

c) Konstruktive Gesichtspunkte in bezug auf das Einpressen von Metallteilen. Über die Einbettung von Metallteilen sind bereits außer bei Mehdorn auch in dem Buch von Sommerfeld ausführliche Beispiele erläutert worden.

Wie Mehdorn betont, soll schon aus wirtschaftlichen Gründen in der Konstruktion vermieden werden, Metallteile einzupressen. Es empfiehlt sich, sie zu montieren.

Das Beispiel Abb. 6, ein Druckknopf für Selbstschalter, zeigt, wie man selbst auf den Zusammenbau mittels Nieten und Schrauben verzichten kann, wenn das Konstruktionsteil nur auf Druck beansprucht wird. Im Druckknopf nach Abb. 6 a wurden ursprünglich 2 Metallteile eingepreßt. Das eine dieser Metallteile wurde durch die Ausbildung nach Abb. 6 b überflüssig, während das zweite Metallstück nach dem Pressen mit Paßsitz eingesetzt wird (Abb. 6 c). Sind in der Konstruktion Öffnungen quer zur Preßrichtung vorhanden, die mit Seitenschieber hergestellt werden müssen, oder ist das völlige Einpressen von Metallteilen z. B. zur Erreichung einer genügenden Isolation gegen die Wand nicht zu vermeiden, so muß auf die Wirkung des Preßdruckes entweder auf die Seitenschieber oder auf das Metall Rücksicht genommen werden, d. h. sie dürfen nur eine geringe Länge besitzen, wenn sie sich nicht verbiegen sollen. Seitlich hervortretende Metallteile sollten, wenn sie überhaupt eingepreßt werden, gegen die Preßrichtung abgestützt sein (siehe auch Mehdorn und Sommerfeld) (Abb. 7). Ansätze, die mit Seitenschiebern hergestellt werden, sind aus dem gleichen Grunde möglichst kurz oder mehrteilig auszuführen.

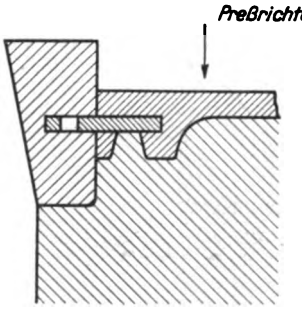


Abb. 7. Abstützung gegen die Preßrichtung bei seitlich gefaßten Metallteilen.

d) Konstruktive Gesichtspunkte mit Rücksicht auf die mechanische Festigkeit. Die Festigkeit des fertigen Gerätes ist von drei Größen abhängig: 1. Festigkeit des Werkstoffes, 2. Gestaltung, 3. Preßvorgang. Der Einfluß der Gestaltung auf den Preßvorgang nötigt stets dazu, den Preßvorgang bei der Gestaltung zu durchdenken. Es wurde bereits hervorgehoben, daß das Gerät möglichst mit gleichmäßiger Wandstärke auszubilden ist, um innere Spannungen zu vermeiden und gleichmäßiges Durchwärmen zu gewährleisten. Ist die so bemessene Wandstärke an mechanisch

Digitized by Google

beanspruchten Stellen nicht ausreichend, so sind zur Verstärkung oder Versteifung geeignete Rippen vorzusehen, um das Teil ausreichend mechanisch fest zu machen. Auch für die Ausbildung dieser Rippen und für die sonstigen konstruktiven Einzelheiten gelten, wie in Abschnitt 2 erwähnt, die Grundregeln der neueren Festigkeitslehre von Metallen[5]).

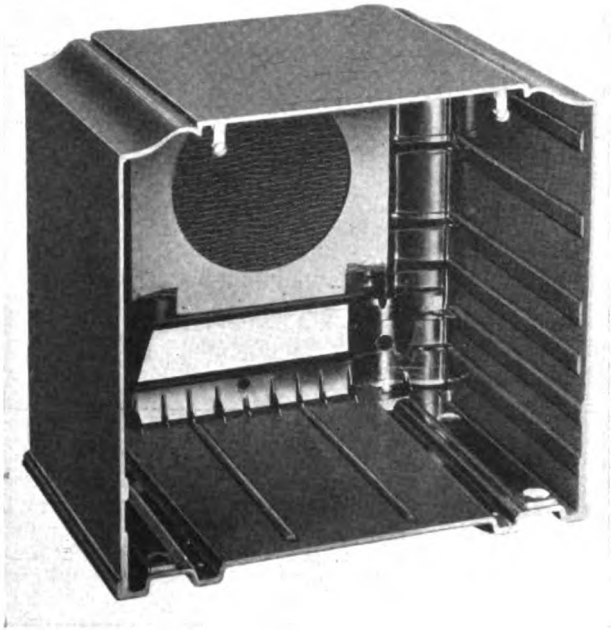


Abb. 8. Versteifungsrippen an einem Rundfunkempfängergehäuse.

Zweckentsprechende Rippenkonstruktionen liegen in großer Zahl bereits vor; ihre Bedeutung kann durch zahlreiche Beispiele erwiesen werden, von denen hier ein charakteristisches Beispiel dargestellt ist. Abb. 8 zeigt ein Lautsprechergehäuse mit Verstärkung durch Rippen an den Innenkanten und im Gehäuseboden. Diese Rippen sind hierbei besonders wichtig, da die Vorderfront wellig ausgebildet ist, also verhältnismäßig stark federt. Die Füße sind besonders angeschraubt, um die Preßform einfach ausbilden zu können. Das kastenförmige Gehäuse besitzt die dieser Bauart eigene, im allgemeinen ausreichende Steifheit, so daß nur die mechanisch besonders schwachen Stellen verstärkt zu werden brauchen.

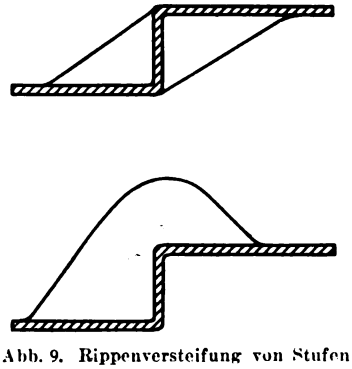


Abb. 9. Rippenversteifung von Stufen in Preßstoffteilen.

Plattenförmige Teile, also ebene Flächen, werden zweckmäßig durch rippenartige Seitenwände sowie durch diagonale Rippen nach Art der Eisenkonstruktionen versteift. Bei stufenförmiger Gestaltung solcher Platten empfiehlt es sich, die Rippen beiderseitig über die Stufen zu führen oder eine Überbrückung der Stufe anzubringen, wie dies in Abb. 9 gezeigt ist. Bei Rahmenkonstruktionen sollte auf die Anwendung einer sorgfältig überlegten Winkelform unter guter Verrundung der Ecken geachtet werden. Hier tritt die Winkelform an Stelle von Versteifungsrippen. Wie sich sonst unter Umständen Rippenkonstruktionen erübrigen, zeigt Abb. 10. Die Dichtungsnut mit ihren beiden Wänden ist in sich derart steif, daß besondere Maßnahmen nicht erforderlich sind. Scharfe Ecken sind im allgemeinen nicht nur wegen der Kerbwirkungen zu vermeiden, sondern nach Möglichkeit durch starke Verrundungen zu ersetzen, um das Fließen des Werkstoffes zu erleichtern und die Entstehung von Preßspannungen zu verhindern. Sind bei der Konstruktion die Kanten in die Teilfuge verlegt, so bestehen solche Rücksichten nicht; die Schärfe der Kante ist dann nötig und richtig.

[5]) z. B. Lehr, Spannungsverteilung in Konstruktionselementen, VDI-Verlag G.m.b.H. 1934.

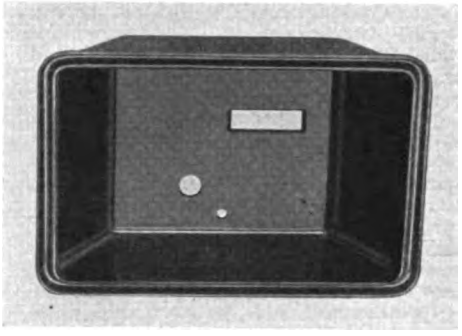


Abb. 10. Abdeckhaube; die Dichtungsnut dient gleichzeitig als Versteifungsrand.

Bei der Formgebung von Rippen muß man stets auf die normalen Größen der für die Anfertigung der Preßform erforderlichen Fräser und Sägen Rücksicht nehmen (Abb. 11 a u. b). Unter Umständen empfiehlt es sich sogar, bei der Konstruktion so weit auf die Herstellung der Form Rücksicht zu nehmen, daß das Fräsen mittels Scheibenfräsers möglich ist und das Aufspannen auf der Fräsmaschine ohne eine umständliche Vorrichtung erfolgen kann; die hierfür zweckmäßige Formgebung der Rippen ist aus Abb. 11 c ersichtlich.

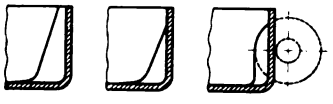


Abb. 11. Konstruktion der Versteifungsrippen.

e) Konstruktive Gesichtspunkte in bezug auf die elektrische Festigkeit. Die Durchschlagfestigkeit ist für die Mehrzahl der Konstruktionen bisher von untergeordneter Bedeutung; der Verlustwinkel ist besonders für Hochfrequenzgeräte wichtig. Starkstromgeräte, die strom- oder spannungführende Metallklemmen tragen, sind so auzubilden, daß der Oberflächenwiderstand zwischen Metallteilen verschiedener Polarität oder Pol und Erde ausreichend ist und die Glutfestigkeit des die Klemmen tragenden Isolierstoffs insbesondere bei Schaltern ausreicht. Werden beide Punkte nicht beachtet, so können natürlich bei erheblicher Oberflächenverschmutzung, die den Oberflächenwiderstand herabsetzt, z. B. auch unter der Einwirkung von Schaltlichtbogen, Kriechströme entstehen, die zur vollständigen Überbrückung oder zur Zerstörung des Gerätes führen können.

Diese Vorgänge lassen sich vermeiden, wenn eine der folgenden Maßnahmen getroffen wird:

1. Vergrößerung des Kriechweges durch weitläufige Anordnung der Kontakte,
2. Vergrößerung des Kriechweges durch Nuten und Rippen,
3. Lichtbogenführung durch Magnetfelder,
4. Wahl eines Werkstoffes hohen Oberflächenwiderstandes, z. B. Type X, 8 oder 2.

In Abb. 12 wird an einer Steckdose und einem Drehschalter aus Isolierstoff Type S das Zusammenwirken von

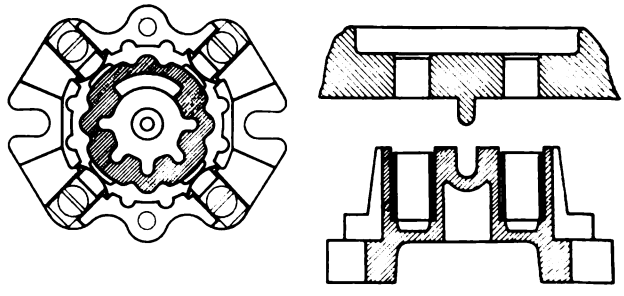


Abb. 12. Nuten und wellenförmige Konstruktionen zur Vergrößerung der Kriechstrecken und zur Versteifung.

Digitized by Google

Nuten und Rippen gezeigt. Bei dem Schalter spielt auch eine Eigenschaft, die bisher noch nicht besonders behandelt ist, nämlich das geringe spezifische Gewicht der meisten Isolierpreßstoffe, eine Rolle. Die Schaltgeschwindigkeit gegenüber einer Ausführung aus keramischem Werkstoff ist etwa doppelt so hoch, die Lichtbogenbildung daher besonders bei Gleichstrom klein. Außerdem wird die Schleuderfeder mechanisch weniger stark beansprucht.

Auch die Möglichkeit, die Versteifungsrippen zugleich zu Funkenlöschwänden auszubilden, ist von großer Bedeutung. Man erreicht damit die Entstehung zweckmäßiger Funkenkammern und eine geringere Feuerbeanspruchung der eigentlichen Kappe.

f) Konstruktive Gesichtspunkte in bezug auf Betriebs- und Zusammenbaueigenschaften. Bei der Auswahl des Isolierpreßstoffes sind auch die Eigenschaften zu beachten, die für das Verhalten im Betrieb maßgebend sind. Wie aus der Zahlentafel 1 hervorgeht, werden die Festigkeitseigenschaften einiger Preßstoffe bei Feuchtigkeitsbeanspruchung, z. B. in feuchten Räumen, in feuchtem oder gar feuchtwarmem Klima geringer. Wenn die Teile nicht schon bei der Konstruktion für derartige Beanspruchungen bemessen sind, wie z. B. solche in gekapselter Ausführung in Type T, so empfiehlt es sich, bei Verwendung von Geräten aus Isolierstoff Type S oder O, die für trockene Räume bemessen waren, gewisse Vorsicht walten zu lassen. Wie bereits erwähnt, kann aber Type S für die genannten Zwecke geeignet sein, wenn der Harzgehalt ausreichend hoch und die Konstruktion der Anwendung entsprechend durchgebildet ist. Bei gekapselten Geräten für Stellen mit hoher Schlagbeanspruchung wählt man vorteilhaft Type T oder Asbestschnurmaterial, wenn gleichzeitig eine besondere Wärmebeanspruchung vorliegt.

Die bisher aufgeführten Eigenschaften sind jedoch nicht immer allein ausschlaggebend. Der Konstrukteur muß stets die ungünstigste Gebrauchslage im ungünstigsten Betriebsfall überlegen und am Modell, z. B. auch durch Probemontage überprüfen, da das Bilden von Wassersäcken oder anderen die Isolation beeinträchtigenden Veränderungen im Gebrauch nicht auftreten darf. Beim Zusammenbau von Isolierpreßstoff- mit Metallteilen zu einer mechanischen Einheit werden unter Umständen der lineare Ausdehnungskoeffizient und die Wärmeleitfähigkeit von Bedeutung sein.

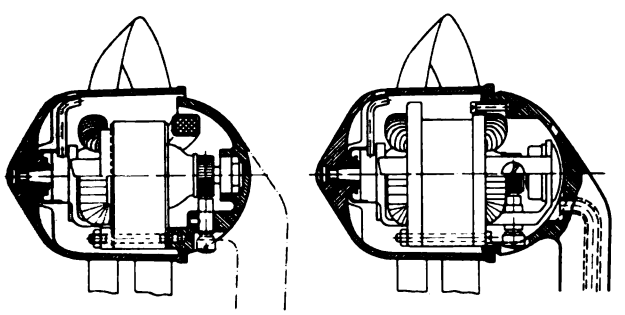


Abb. 13. Einbau eines Motors in ein Preßstoffgehäuse.

Grundsätzlich ist am zusammengebauten Teil zu beachten, daß auch im ungünstigen Falle keine hemmenden Einflüsse durch die Eigenschaften des Isolierpreßstoffes entstehen. Ein Bandlüfter (Abb. 13 a) stellt hierfür ein Beispiel dar. Ursprünglich benutzte man das Isolierpreßstoff-Gehäuse gleichzeitig als Abdeckung und Konstruktionselement für den Motor. Es diente hierbei als Träger des Polgehäuses und des einen Lagers. Infolge der verhältnismäßig geringen Wärmeleitfähigkeit des Isolierstoffes gegenüber Metall erwärmt sich das Lager stärker als bei der Metallkonstruktion, und es treten daher Schwierigkeiten in der Lagerschmierung auf. Beim Betrieb und damit verbundener Wärmebeanspruchung kann sich außerdem die Lage der Welle zum Lager gegenüber dem kalten Zustand etwas verändern, wodurch der Lauf des Motors unruhig wird.

Diese Möglichkeit wurde durch eine Ausführung nach Abb. 13 b beseitigt. Das Isolierstoffgehäuse dient jetzt lediglich als Umkleidung. Der Motor ist als Einbaumotor ausgebildet und mit seinem Lagerschild am Gehäuse befestigt, das Lager selbst wird in einem besonderen Tragarm des Lagerschildes geführt. Es gibt seine Wärme mit seiner gesamten Oberfläche an die stark gewirbelte Luft im Innern des Isolierstoffgehäuses ab und von dort über das gesamte Gehäuse an die Außenluft. Grundsätzlich ist also beim Zusammenbau zu beachten, daß der Ausdehnungskoeffizient des Isolierpreßstoffes größer als der von Metall ist. Der Unterschied zwischen den Abmessungen von zusammengebauten Metall- und Isolierstoffteilen, der sich unter der Einwirkung der Wärme im Betriebszustand ergeben wird, kann zu Schwierigkeiten führen, wenn dies nicht schon beim Entwurf beachtet wird, ebenso die Möglichkeit, daß Preßteile, die in der Preßform nicht genügend ausgebacken sind, unter längerer Wärmewirkung etwas schrumpfen können.

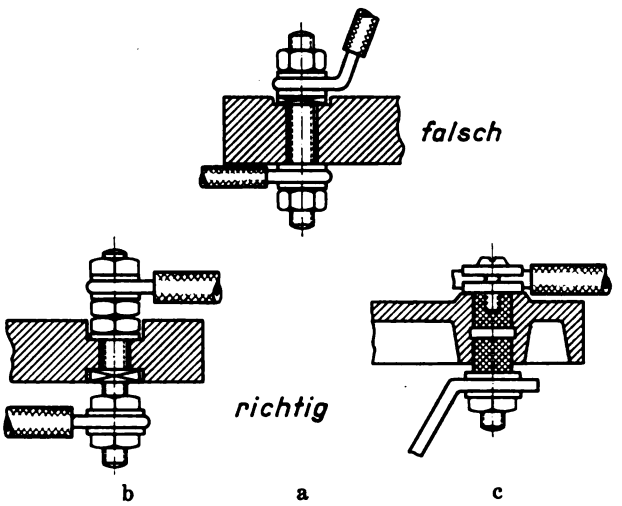


Abb. 14. Aufbau stromführender Teile auf Isolierpreßstoff.

Beispiele für die Berücksichtigung dieser Verhältnisse sind in Abb. 14 dargestellt. Gemäß Abb. 14 a wird der Kontaktdruck über Isolierpreßstoff übertragen, da die Mutter gleichzeitig zur Befestigung dient. In Abb. 14 b wurde die mechanische Verbindung von der elektrischen abgetrennt. Schrumpft der Isolierpreßstoff, so kann sich die mechanische Befestigung wohl etwas lockern, die elektrische Verbindung sich jedoch nicht lösen, da die Gegenmutter die Befestigungsmutter sichert. Der Kontaktdruck ist vom Einfluß des Schrumpfungsvorganges in dieser Ausführung unabhängig. Wenn auch das Einpressen von Metallteilen, wie vorn bereits erwähnt, aus wirtschaftlichen Gründen nicht empfohlen wird, so ist diese Bauart wie in vorliegendem Fall aus besonderen technischen Gründen mitunter dennoch anzuwenden.

Abb. 14 c zeigt beispielsweise, daß die mechanische Befestigung des Bolzens durch Einpressen vorgenommen werden kann, wenn durch die konstruktive äußere Form einer Lockerung vorgebeugt wird. Der Leitungsanschluß erfolgt dann unabhängig von der Befestigung auf der Isolierstoffplatte durch Klemmplatte und Verschraubung.

g) Konstruktive Gesichtspunkte in bezug auf Toleranz und Schwindung. Werte für Toleranzen sind bereits von Mehdorn angegeben worden, auf die hiermit hingewiesen sei. Zu beachten ist jedoch, daß die Toleranz in der Preßrichtung größer anzusetzen ist, wenn ein Maß auf die Preßfläche bezogen werden muß. Als Beispiel ist in Abb. 15 eine Kappe dargestellt. Die Maße *a* und *b* müssen größer als die übrigen Angaben toleriert werden. Bei schwierigen Geräten ist zu beachten, daß bei ungleicher Ausbildung eines Stückes, wie bereits mehrfach erwähnt, beim Schwinden innere Spannungen auftreten können, die das Stück ungleich verziehen. Wenn sich derartige Formen nicht vermeiden lassen, müssen die Maße in einzelnen Richtungen größer als normal toleriert werden.

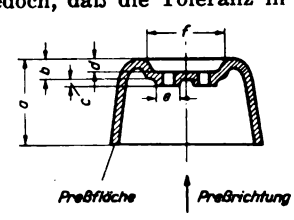


Abb. 15. Maßangaben und Toleranzen bei Isolierpreßstoff-Teilen.

Digitized by Google

6. Die Verwendung von Isolierpreßstoff und die künftige Entwicklung.

Die gemachten Darlegungen zeigen, daß dem Konstrukteur in den Isolierpreßstoffen Werkstoffe zur Verfügung stehen, die ihm in bezug auf die gewünschte Durchbildung fast keine Grenzen auferlegen. Die Einhaltung der hier gestellten Bedingungen ist aber nötig, um die dauernde Bewährung und die Preiswürdigkeit der Isolierpreßkörper sicherzustellen.

Ein wesentlicher Zweck der derzeitigen Bemühungen zur Aufklärung liegt darin, zwar zur Verwendung von Isolierpreßstoffen für wirklich nützliche Verwendungszwecke anzuregen, jedoch gleichzeitig die Verwendung an Stellen oder in Konstruktionsformen, in denen sie sich nicht bewähren können, zu vermeiden. Geht man hiervon aus, so wird auch die wirklich richtige Abgrenzung in der Verwendung zwischen keramischen und Isolierpreßstoffen sich von selbst ergeben.

Im übrigen kann auch hier festgestellt werden, daß dieses verhältnismäßig junge Gebiet keinesfalls als irgendwie abgeschlossen gelten kann; die Bemühungen, Preßstoffe zu schaffen, deren Eigenschaften die der bisherigen übertreffen, sind ebenso rege wie die sich aus den Erfahrungen des Betriebes ergebenden Arbeiten zur Verbesserung des Aufbaues der Preßformen. Bei intensiver Zusammenarbeit und gegenseitiger Mitteilung der Erfahrungen ist hier bestimmt eine günstige Weiterentwicklung zu erwarten. Diese wird alsdann auch dem Konstrukteur in naher Zukunft neue Möglichkeiten für die Gestaltung der Geräte zur Verfügung stellen.

Bewertung und Prüfung von Preßstoffen in der Elektrotechnik.

Von Reg.-Rat Dr. R. Vieweg, Berlin.

Blickt man in eines der ältesten deutschen Bücher über Isolierstoffe der Elektrotechnik[1]) — Erscheinungsjahr 1908 —, so findet man folgende Hauptanforderungen, die ein Stoff erfüllen muß: „1. Genügende Durchschlagfestigkeit. 2. Möglichst geringe Hygroskopität. 3. Feuersicherheit. 4. Möglichst hohe Lebensdauer. 5. Mechanische Festigkeit." Halten wir neben dieses knappe Programm die umfangreiche Tafel der Werte, die heute oft in Angeboten und Werbeschriften benutzt wird, so erkennen wir die Veränderungen im Prüfwesen. Bei näherem Zusehen ergibt sich jedoch, daß die Zunahme der Anzahl von Gesichtspunkten keineswegs immer eine Verschärfung bedeutet. Gewiß sind immer neue Stoffeigenschaften untersucht, immer neue physikalische Anordnungen zur Vergleichung herangezogen worden, gleichzeitig aber hat man gelernt, die Grenzen zu ermitteln, die den Stoffen in ihrer Anwendung von Natur gesetzt sind. Man hat gelernt, für neue Zwecke auch neue Stoffe zu entwickeln, bei gegebenen Stoffen gewisse Eigenschaften dort nicht zu verlangen, wo sie praktisch keine Rolle spielen, kurz, man ist im ganzen eigentlich in mancher Beziehung duldsamer geworden. Man hat es ja auch leicht, weil eben nicht nur die bekannten Isoliermittel weiter gefördert, sondern viele noch neu geschaffen worden sind.

Die glanzvolle Entwicklung der Preßstoffe und der beachtliche Stand ihrer heutigen Leistungen und Möglichkeiten sind in den vorhergehenden Aufsätzen unter verschiedenster Beleuchtung gezeigt worden. Unsere Aufgabe besteht nun darin, in der einschlägigen Prüftechnik Umschau zu halten, zu sehen, was sich bewährt hat, was änderungsbedürftig ist und schließlich Anhaltspunkte für die künftige Entwicklung zu gewinnen.

Elektrische Prüfungen.

Bei den elektrischen Eigenschaften sind zwei große Gruppen zu unterscheiden: Das Verhalten der Oberfläche und des Gesamtstoffes. Zur Oberflächenuntersuchung dient die altbekannte Messung des Oberflächen-Widerstandes. Gemessen wird bei 1000 V Gleichspannung zwischen zwei mit Blattzinn gepolsterten Schneiden von 10 cm Länge und 1 cm Abstand. Meßobjekt ist der Normalstab, $10 \cdot 15 \cdot 120\ mm^3$, der nach Abschleifen einer Breitseite einen Tag in Wasser gelegen hat. Das Abschleifen der Oberfläche war ursprünglich vorgesehen, um Täuschung durch eine zusätzlich aufgebrachte, feuchtigkeitsabweisende Schutzschicht zu verhindern. Man könnte heute wohl darauf verzichten, nachdem der vermeintliche Anlaß sicher gänzlich in Fortfall gekommen ist. Ein gewisser Vorteil besteht höchstens noch darin, daß der abgeschliffene Stab immer eine gute, ebene Fläche zum Aufsetzen des Prüfgerätes bietet, und zugleich die Eigenschaften des von der schützenden Preßhaut befreiten Stoffes erfaßt werden, wie er z. B. in Bohrungen vorliegt. Aber entscheidend ist dieser Gesichtspunkt für den Befund gut oder schlecht nicht. Kritik hat stets die Höhe der Prüfspannung gefunden, weil 1000 V Gleichspannung nicht immer so ganz einfach verfügbar sind. Man sollte sie aber doch beibehalten, weil Versuche gezeigt haben, daß, wenn wirklich einmal eine Stoffprobe ungenügend ist, der Oberflächen-Widerstand besonders spannungsabhängig wird. Ein solcher Prüfling könnte also bei 220 V noch durchschlüpfen, während die 1000 V-Prüfung mit Sicherheit den Fehler erfaßt.

Eine Spielart der Oberflächenprüfung befaßt sich mit dem Einfluß der Chemikalien. Dreiwöchige Einwirkung von Schwefelsäure und von Ammoniakdampf ist vorgesehen. Ausgeführt wird die Messung natürlich nur höchst selten, schon weil die erforderliche Zeit viel zu lang ist. Wir haben hier ein bezeichnendes Beispiel dafür, daß langwierige Prüfungen fast stets umgangen werden. Tatsächlich bietet auch die normale Untersuchung nach eintägiger Wässerung zusammen mit der grundsätzlichen Erfahrung über das Verhalten der einzelnen Stofftypen einen genügenden Anhaltspunkt für das praktische Verhalten. Die Erörterung der Oberflächeneigenschaften der Preßstoffe bietet Veranlassung, auch hier eine grundsätzliche Typisierungsfrage aufzuwerfen: Messung am Normalstab — Messung am Fertigstück. Entwicklung, Wesen und Leistung der Typisierung sind in den vorangegangenen Aufsätzen gewürdigt worden. Wir können die Typisierungstafel somit als gegeben hinnehmen. Seit einigen Jahren schon besteht der Wunsch, zwischen der Prüfung am Normalstab und der ganz am Ende der Fertigungsreihe stehenden Prüfung des Fertigstücks, der Gebrauchs-, vielleicht auch der Gefahrenprüfung, noch ein Glied einzuschalten: Die Erfassung der Stoffeigenschaften im Fertigstück. Die Lösungen dieser Aufgabe sind gefunden. Für den Oberflächen-Widerstand liegen die Verhältnisse sogar besonders einfach. Man braucht hier nicht einmal wie in anderen, noch zu besprechenden Fällen, Stücke aus dem Fertigteil herauszuschneiden, sondern kann wohl immer unmittelbar am Fertigstück geeignete Elektroden anbringen. Abb. 1 läßt die einfache Anordnung erkennen. Ein zur Unterbringung auch sperriger Prüflinge weit auskragender Halter trägt an seinem Ende zwei hochisolierte Bürstchen, die auf zwei Elektroden am Prüfling aufgesetzt werden. Die Hauptaufgabe bestand in der Auffindung eines praktisch überall anwendbaren Anbringungsverfahrens für die Elektroden. Schneiden mit guter Berührung aufzusetzen, ist an praktischen Gegenständen sehr oft nicht möglich. Immer kann man sich mit Graphitstrichen helfen, die mit einem sehr weichen Bleistift, am besten im Ausschnitt einer biegsamen, durchsichtigen Schablone auf den Prüfling aufgebracht werden. Jeder Strich wird 25 mm lang und 1 mm breit, der Abstand beträgt 2 mm. Das Bild zeigt Striche auf verschiedenen Prüflingen. Im übrigen wird an der Bestimmung des Oberflächen-Widerstandes nach Verfahren, Abstufung, Bewertung nichts geändert, so daß also der unmittelbare Anschluß an die Normalstabprüfung gewährleistet ist.

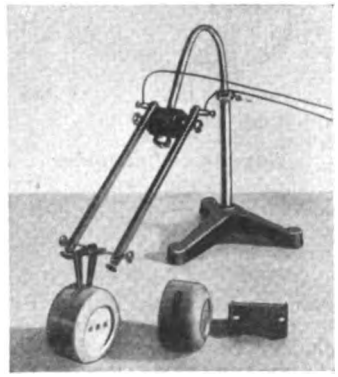


Abb. 1. Messung des Oberflächen-Widerstandes am Fertigstück.

Der Oberflächen-Widerstand, der uns schon zu lange beschäftigt hat, ist nicht die einzige Oberflächeneigenschaft, die an Preßstoffen interessiert. Eine erst jüngst in das Licht der allgemeinen Aufmerksamkeit gerückte Eigenschaft ist noch zu nennen: das Verhalten gegenüber Kriechströmen. Wir haben hier ein Gebiet vor uns, bei dem die praktischen Verhältnisse beson-

[1]) Wernicke, Die Isoliermittel der Elektrotechnik, Braunschweig 1908.

Digitized by Google

ders schwierig in Form einer einfachen, kurzdauernden Prüfung nachzubilden sind. Es mag vorkommen, daß in dauernd feuchten Räumen, wie in gewissen Kellern, Wäschereien, Beizereien, ferner in manchen Räumen der chemischen Industrie und im Freien die Isolierstoffe der elektrischen Geräte hohen Beanspruchungen ausgesetzt sind, und daß sich die anfänglich hochisolierende Oberfläche, besonders wenn sie immer unter Spannung steht, so verschlechtert, daß schließlich, wenn das Material als solches es gestattet, ein Strompfad zwischen zwei Spannung führenden Klemmen eingebrannt wird. Es kann auch zunächst zu einem Überschlag kommen, der seinerseits den dauernden Kriechstrom einleitet und schließlich zum Kurzschluß führt. Die Verhältnisse sind hinsichtlich der Entstehung, des Ausmaßes und der Bekämpfung der Erscheinung noch nicht vollständig geklärt. Was den Umfang von Schäden durch Kriechströme betrifft, so wird sicher viel übertrieben. In den wenigen Fällen, in denen Gelegenheit ist, einen vermeintlichen Kriechstrom-Kurzschluß genau zu untersuchen, ergibt sich gewöhnlich, daß ein grober Montagefehler vorliegt. Handelt es sich z. B. um eine Abzweigdose für feuchte Räume, so ist es freilich kein Wunder, wenn ein Kurzschluß zwischen den Klemmen eintritt, nachdem die vorschriftsmäßige Dichtung eines Stutzens unterlassen worden ist. Für die Prüfung von Preßstoffen auf das Verhalten gegenüber Kriechströmen liegen Entwürfe vor, die noch der Erprobung auf breiter Grundlage bedürfen. Das Kriechstromverhalten interessiert sowohl vom reinen Stoffstandpunkt als auch von der Sicherheitsseite des fertigen Gerätes her. Hier könnte vor allem eine klare Prüfung endlich die leidige schematische Festsetzung von Mindestkriechstrecken entbehrlich machen. Unbedingt notwendig bei der erwogenen Prüfung ist zunächst eine wirksame Entfettung der Oberflächen, um eine vergleichbare Grundlage für verschiedene Arten von Geräten zu haben. Dann folgt Tauchung in einen Elektrolyten und schließlich Anlegung einer gegenüber der Normalspannung erhöhten Prüfspannung, unter deren Einwirkung die Flüssigkeit zum Verdampfen gebracht wird. Ein widerstandsfähiger, gut gestalteter Stoff läßt die anfängliche Strombrücke abreißen oder austrocknen, ohne daß eine bleibende, zum Kurzschluß führende Spur eingebrannt wird.

Für die Erforschung der praktischen Kriechstromwirkungen ist enge Gemeinschaftsarbeit, auch zwischen Erzeuger und Verbraucher, unerläßlich. Bei der Besonderheit der seltenen und schwierig zu erfassenden Schäden muß ein gewisses statistisches Verfahren zur Unterstützung der umständlichen Bemühungen in den Laboratorien herangezogen werden. Es kann mit Genugtuung festgestellt werden, daß die in der Technischen Vereinigung zusammengeschlossenen Preßwerke frühzeitig Untersuchungen auf diesem verwickelten Gebiet in Gang gebracht haben. Die umfangreichen Messungen, ergänzt durch statistische Erhebungen, dauern z. Z. noch an und werden hoffentlich durch Gewinnung eines brauchbaren Prüfverfahrens zu abschließendem Erfolg führen.

Lernten wir für die Beurteilung der Oberflächeneigenschaften eines Preßstoffes im Oberflächen-Widerstand und im Kriechstromverhalten zwei wichtige Gesichtspunkte kennen, so sind die Eigenschaften des Stoffinneren oder besser des ganzen Stoffes durch mehr Größen gekennzeichnet. Da ist zunächst der Widerstand im Inneren, der nach deutscher Vorschrift mit dem sogenannten Stöpselverfahren ermittelt wird, ferner der Durchgangswiderstand oder spezifische elektrische Widerstand, eine bis jetzt in ihrer Bedeutung wohl unterschätzte Größe. Weiter gehören hierher die dielektrischen Verluste, die Dielektrizitätskonstante und schließlich die Durchschlagspannung. Im Rahmen der Typisierung sind Messungen des Widerstandes im Innern nach viertägigem Liegen des Stoffes in einem Raum von 80 % relativer Luftfeuchtigkeit und der dielektrischen Verluste bei Tonfrequenz nach gleicher Vorbehandlung vorgesehen. Ganz allgemein kann auf die Bedeutung der dielektrischen Verlustmessung nicht genug hingewiesen werden. Nachdem heute handliche Brückenanordnungen zur Messung verfügbar sind, sollte die Verlustbestimmung vor allem als Forschungsmittel erhöhte Beachtung finden. Die Untersuchung eines beliebigen Stoffes auf Verluste ergibt immer wieder: je homogener ein Stoff, desto kleiner die Verluste. Bei typischen Mischsubstanzen, wie es fast alle Preßstoffe sind, kann daher durch Verlustmessung ein tiefer Einblick gewonnen werden, wieweit es gelungen ist, einen elektrisch homogenen Körper zu schaffen.

Eine Besonderheit bilden die dielektrischen Verluste bei Hochfrequenz. Röhrensockel und verwandte Gegenstände sind hier bekannte Anwendungsgebiete einiger Preßstoffe. Eine — wenn auch noch nicht typisierte — Gruppe von Preßstoffen ist sogar zur Verwendung bei sehr hohen Frequenzen geeignet; es handelt sich um die Vinylpolymerisate und in Sonderheit um das Trolitul. Die Verluste betragen nur Bruchteile eines Promille der Scheinleistung. Auch solche Messungen sind heute nicht mehr allzu schwierig. Immerhin muß man, wie Abb. 2 zeigt, mit drei Hochfrequenzkreisen arbeiten, wenn man das übliche und bequeme Dämpfungsverfahren verwendet, bei dem die Dämpfung eines Kreises einmal mit und einmal ohne den zu untersuchenden Prüfling bestimmt wird.

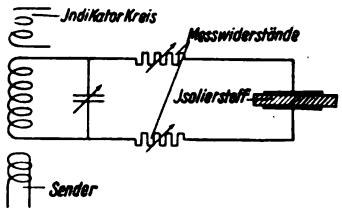


Abb. 2. Messung der dielektrischen Verluste bei Hochfrequenz nach dem Dämpfungsverfahren.

Die Dielektrizitätskonstante hat für die Preßstoffe bisher keine große Bedeutung erlangt, aber es ist darauf hinzuweisen, daß man heute gelernt hat, aus der Änderung der Dielektrizitätskonstante mit der Temperatur Schlüsse auf den Aufbau von Stoffen zu ziehen, wenn auch zunächst meist an Flüssigkeiten. Ein weiteres Anwendungsgebiet könnte sich aus der Untersuchung der pulverigen Grundstoffe ergeben, doch sind diese Dinge einstweilen rein wissenschaftlich noch so im Fluß, daß wir sie nur eben erwähnen können. Natürlich sind in großem Umfange auch Ermittelungen der Durchschlagspannung an Preßstoffen vorgenommen worden. Es interessiert, wie meist bei den elektrischen Eigenschaften, der Einfluß der Feuchtigkeit, aber auch das Verhalten bei hohen Temperaturen, z. B. unter Öl. Indessen wird für Preßstoffe die Durchschlagprüfung mit Recht nicht überschätzt, sie liegt für alle Niederspannungsgeräte verhältnismäßig sehr hoch und ist ihrer Natur nach mit großen Streuungen behaftet; sinngemäß führt sie zur Zerstörung des Prüflings. Ein Vorteil ist die Einfachheit der Ausführung, da ein kleiner Transformator fast überall verfügbar ist.

In der folgenden Tafel sind die für die Preßstoffe in Betracht kommenden elektrischen Prüfungen noch einmal zusammengefaßt. In Klammern sind die wichtigsten Abhängigkeiten angegeben. Die gesperrt gedruckten Größen sind in der Typisierung verankert, die mit * gekennzeichneten Angaben beziehen sich auf die Sonderanforderungen.

Tafel 1.

Elektrische Prüfungen von Preßstoffen.

Oberflächeneigenschaften:
- Oberflächen-Widerstand (Feuchtigkeit, Chemikalien),
- Kriechstromverhalten (Feuchtigkeit, Chemikalien),

Innere Eigenschaften
- *Widerstand im Innern (Feuchtigkeit),
- Durchgangswiderstand (Feuchtigkeit),
- *Dielektrische Verluste (technische, Mittel-, Hochfrequenz; Feuchtigkeit, Temperatur),
- Dielektrizitätskonstante,
- Durchschlagspannung (Feuchtigkeit; Temperatur).

Mechanische Prüfungen.

Halten wir neben die Tafel der elektrischen Prüfungen eine Übersicht der überhaupt in Betracht kommenden mechanischen Untersuchungen, so ergibt sich gleichfalls eine stattliche Anzahl von Verfahren, unter denen jedoch praktisch nur wenige Bedeutung erlangt haben.

Tafel 2.

Mechanische Prüfungen von Preßstoffen.

- Biegefestigkeit (Temperatur),
- Bruchbiegung (Temperatur),
- Schlagbiegefestigkeit,
- Zugfestigkeit,
- Bruchdehnung,
- Druckfestigkeit (Preßrichtung),
- Härte (Temperatur, Ritzung),
- Elastizitätsmodul,
- Torsionsmodul,
- Ermüdungsfestigkeit,
- Kerbwirkung,
- (Bearbeitbarkeit).

Digitized by Google

Gehen wir kurz auf die zuletzt und nur in Klammern erwähnte Bearbeitbarkeit ein. Hier ist interessant, daß man früher, z. B. 1912, lebhaft um ein Prüfverfahren bemüht war. Heute scheint die Frage stark in den Hintergrund getreten zu sein, offenbar weil die Bearbeitbarkeit keine entscheidenden Schwierigkeiten bietet, nicht zuletzt aber sicher auch, weil die Gestaltung der Preßstoffe eine Fülle mittelbarer Lösungsmöglichkeiten bietet.

Auch bei den mechanischen Prüfungen wollen wir uns im übrigen auf die Erörterung einiger z. Z. wichtiger Fragen beschränken. Im Vordergrund des Interesses steht zur Zeit auch hier die Aufgabe, die Stoffeigenschaften im Fertigstück zu erfassen. Im Staatlichen Materialprüfungsamt[1]) ist es gelungen, ein Prüfgerät zu entwickeln, das die Untersuchung kleiner Isolierstoffproben gestattet. Die Prüflinge können also aus den verschiedensten vorkommenden Stücken entnommen werden. In Abb. 3 sind zwei Ansichten des Gerätes wiedergegeben[2]).

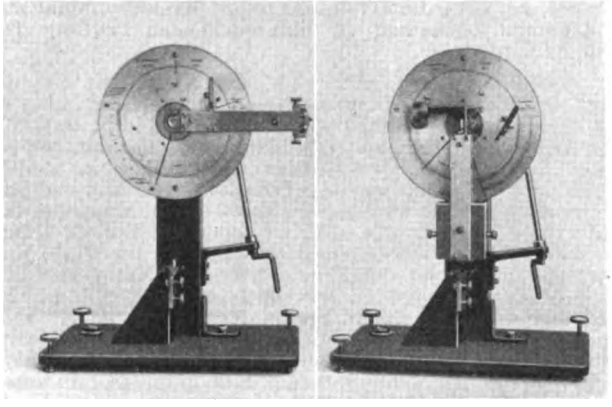


Abb. 3. Dynstat-Gerät des Staatlichen Materialprüfungsamtes.

Wie schon der Name andeutet, kann mit dem Apparat sowohl die dynamische oder sog. Schlagbiegefestigkeit als auch die statische Biegefestigkeit ermittelt werden. Die Abbildung zeigt das Gerät links in Bereitschaftstellung für den dynamischen Versuch, rechts für den statischen. Beim dynamischen Versuch wird die Probe unten einseitig in einen Amboß gespannt; das Pendel fällt von rechts frei herunter und schlägt mit einer Schlagkante die Probe weg. Die Steighöhe auf der linken Seite wird durch einen Schleppzeiger ablesbar gemacht. Für die statische Prüfung wird eine Probe gleicher Abmessung in der Drehachse des Pendels angebracht. Die Beanspruchung erfolgt dadurch, daß der innere Teil der Skalenscheibe, an der die zweite Einspannung befestigt ist, mit Handkurbel und Schneckenrad gedreht wird. Hierbei schlägt das Pendel nach rechts aus, der rechte Schleppzeiger vermittelt die Größe des Biegemoments.

Das Dynstatgerät wird jetzt zur Ergänzung der Prüfstabverfahren bei der Typisierungsbewertung praktisch mit herangezogen.

Unter den übrigen mechanischen Prüfungen scheint von bevorzugter Wichtigkeit noch die Härteuntersuchung zu sein, die überwiegend nach dem Brinellschen Kugeldruckverfahren ausgeführt wird. Auf gewisse Härteprüfungen kommen wir noch unter den thermischen Eigenschaften zu sprechen. Für manche oben mit aufgezählte mechanische Gesichtspunkte liegen noch keine verläßlichen und auf alle Typen sich erstreckenden Werte vor, geschweige denn daß die Messungen allgemein angewandt würden. Dies gilt z. B. für Elastizitäts- und Torsionsmodul. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß bei der fortschreitenden wissenschaftlichen Durchdringung des ganzen Gebiets, bei der ständig zunehmenden Ersetzung von einfachen Erfahrungstatsachen durch erkenntnismäßig geklärte Zusammenhänge gerade diese physikalischen Faktoren eine Rolle spielen. Es gibt eine Menge weiterer mechanischer Prüfungen, z. B. auf Plastizität, die hier noch nicht behandelt worden sind.

Thermische Prüfungen.

Ein recht schwieriges Kapitel ist die prüftechnische Erfassung der Wärmeeigenschaften der Preßstoffe. Tafel 3 gibt einen Überblick der wichtigsten Verfahren.

Tafel 3.

Thermische Prüfungen von Preßstoffen.

Wärmebeständigkeit nach Martens (Zeit),
Glutfestigkeit,
Lichtbogenfestigkeit,
Wärmefestigkeit nach Vicat,
Glühkonusverhalten (Einsinken, Gasentzündung),
Ausdehnungskoeffizient,
Wärmeleitfähigkeit.

Bemängelt wird bei den thermischen Untersuchungen namentlich, daß keines der Verfahren so recht den Temperaturgrad erkennen läßt, bis zu dem nun wirklich ein Körper brauchbar, im besonderen dauernd brauchbar ist. Es wäre in der Tat sehr wichtig, Verfahren zu haben, mit denen man die Lebensdauer der Stoffe bei höheren Temperaturen in einfacher Weise ermitteln könnte. Die Lebensdauer wird ja durch die Wärme stark beeinflußt. Hauptsächlich gegen die Martensgrade wird der Einwand erhoben, daß aus Zahlenwerten falsche Schlüsse gezogen werden. Jedoch kann wohl nicht geleugnet werden, daß trotzdem schon in der jetzt üblichen Form — nicht als Dauerprüfung — die Martensprüfung, die den Stab auf Biegung unter Wärme beansprucht, als vorzüglich anzusehen ist. Beim Übergang auf Proben aus Fertigstücken ist es leider nicht möglich gewesen, dieses Prüfverfahren entsprechend anzupassen. Hier wird die Wärmebeständigkeitsmessung mit der Vicatnadel eintreten. Bei dieser verlangt man z. B., daß nach vorgeschriebener Einwirkung einer bestimmten Prüftemperatur eine gewisse Eindrucktiefe nicht überschritten wird.

Die Glutfestigkeit, die wir mit dem Glühstabprüfer nach Schramm ermitteln, läßt sich im allgemeinen auch an Proben aus dem Fertigstück bestimmen, da bei diesem Verfahren von vornherein von 3 mm starken Proben ausgegangen wurde.

Die Lichtbogenbeständigkeit wird jetzt kaum noch entscheidend zur Bewertung herangezogen, man dürfte sie künftig in der Reihe der offiziellen Methoden ruhig fallen lassen. Ein Wort schließlich über die hauptsächlich in der Schweiz und in Holland entwickelte Glühkonusmethode, die manche eifrige Verfechter, aber ebenso entschiedene Gegner gefunden hat. Am besten wird man ihr wohl in historischer Betrachtung gerecht werden. Sie war das Ergebnis lebhafter Bemühungen um die Kennzeichnung der Brauchbarkeit besonders von Preßstoffen bei höheren Temperaturen. Indessen hafteten ihr namentlich hinsichtlich der Eindeutigkeit des Prüfbefundes und der Gleichmäßigkeit der Ergebnisse bei Ausführung durch verschiedene Beobachter wesentliche Mängel an. Heute liegen die Dinge so, daß man im Falle einer befriedigenden Lösung der Kriechstromprüfung auf die Glühkonusprüfung wird ganz verzichten können. Versuchstechnisch sollten mit dem Glühkonusverfahren zwei Eigenschaften der Stoffe geprüft werden: die Entzündbarkeit austretender Gase und die Erweichbarkeit des Stoffes selbst bei Temperaturen um 300 und 500 °.

Wenn wir auch bei den Wärmeeigenschaften unsern Blick kurz auf neuere Gesichtspunkte wenden, die eben an Interesse gewinnen, so ist hier zunächst auf den thermischen Ausdehnungskoeffizienten hinzuweisen, dem eine praktisch noch nicht ausgeschöpfte Bedeutung hinsichtlich des Aufbaues zukommt. Es bestehen ganz allgemein zwischen den Kunstharzen und den Gläsern gewisse Analogien, die sich hauptsächlich auf den für beide Stoffgruppen kennzeichnenden sogenannten glasigen Zustand beziehen. In etwas anderer Auffassung spricht man von beiden Gruppen als von unterkühlten Flüssigkeiten. Für diesen eigenartigen Zustand scheint die Erforschung der Ausdehnungsverhältnisse wichtige Aufschlüsse zu geben. Beobachtet man die Längenänderung eines Stabes in Abhängigkeit von der Temperatur, so stellt man gewisse Wandlungen in der Größe der Ausdehnung, gewisse Übergänge fest, die man Transformationspunkte nennt. Der Forschung dürfte hier noch ein lohnendes Feld offenstehen.

Die zweite erst neuerdings bei den Preßstoffen stärker beachtete Eigenschaft ist die Wärmeleitfähigkeit. Es ist sicher, daß man ihr künftig Aufmerksamkeit wird zuwenden müssen, da einfach die ständig zunehmende Ausdehnung des Gebrauchs von Preßstoffen für immer neue Zwecke hierzu zwingt. Dabei liegen die Verhältnisse bezüglich der Wärmeleitfähigkeit insofern schwierig, als ihre Bestimmung[3]) nicht einfach ist. Mit aus diesem Grunde finden sich in der Literatur nur verhältnismäßig wenige und zum Teil ziemlich weit auseinanderliegende

[1]) Schob, ETZ 1934, S. 646.

[2]) Das Gerät wird unter dem Namen Dynstat von der Firma Louis Schopper, Leipzig, hergestellt.

[3]) z. B. Jacob, Handb. der Physik Bd. XI, Berlin 1926.

Digitized by Google

Werte. Es kann aber erfreulicherweise mitgeteilt werden, daß die bei dieser Sachlage sich ergebende zweifache Aufgabe, nämlich 1. die vorhandenen Typen systematisch zu untersuchen, und 2. einfache, auch für die Prüffelder geeignete Meßmethoden zu entwickeln, schon planmäßig in Angriff genommen ist. Wir wollen davon absehen, zu den einzelnen Prüfungen Zahlentafeln vorzuführen, da in jüngster Zeit in der Literatur eine ausgezeichnete Zusammenstellung erschienen ist[4]).

Chemische Prüfungen.

Eine wichtige Gruppe von Prüfungen, die auf breiter Grundlage interessieren, sind die Feuchtigkeits- und chemischen Prüfungen. Zu erwähnen ist in erster Linie die Wasseraufnahme, die in Abhängigkeit von der Zeit, aber auch von der Temperatur — z. B. bei der Tropenverwendung von Preßstoffen — eine Rolle spielt. Es sei hierzu auf die Untersuchungen von Zebrowski (ETZ Bd. 52 (1931) S. 1353) verwiesen. Als spezifisch chemisch ist zu nennen die Einwirkung von Säuren, Alkalien, Alkoholen, Benzin, Benzol. Auch auf Gaseinflüsse kann es ankommen, z. B. auf Ozonfestigkeit. Schließlich müssen wir den Einfluß von Ölen erwähnen. Wichtig sind bei jeder solchen Untersuchung immer wieder Zeit der Einwirkung und Temperatur. Die meisten einschlägigen Messungen werden schon im Laboratorium des Preßmasseherstellers durchgeführt. Aber auch später werden sie wiederholt und treten selbst bei den Anforderungen an das Fertigstück noch in Erscheinung. Die wertvollsten Aufschlüsse zu der mehrfach berührten Kriechstromfrage sind sicher von der chemischen Seite her zu erwarten.

Die bisher erwähnten Prüfungen sind immer so dargestellt worden, wie sie bei uns in Deutschland üblich sind. Von Land zu Land zeigen sich eine ganze Anzahl Unterschiede[5]), jedoch können wir auf eine nähere Vergleichung schon deshalb verzichten, weil in vielen Punkten die Unterschiede zwar in Kleinigkeiten beträchtlich, im Grundgedanken aber nicht erheblich sind. Eine vergleichende Erörterung bietet also nicht zuviel. Vielleicht wird man nach und nach international zum Ausgleich kommen. Für den Exporteur mögen freilich die jetzt bestehenden scheinbaren Unterschiede manchmal schwierig genug sein.

Optische und Gefügeprüfungen.

Die nächste Zusammenstellung nennt einige, zum Teil freilich nur lose zusammengehörige Gesichtspunkte, die für diese Prüfung von Bedeutung sind.

Tafel 5.

Optische und Gefügeprüfungen von Preßstoffen.

Farbe (Dauer),
Lichtbeständigkeit,
Glanz,
Lichtdurchlässigkeit,
Spannungsoptisches Verhalten (Temperatur),
Mikroskopisches Gefüge,
Röntgendiagramm.

Die ersten Punkte sind in den letzten Jahren stärker in Erscheinung getreten, weil die Auffindung lichtbeständiger Preßstoffe die ganze Farbfrage mehr in den Vordergrund gerückt hat. Eine einfache, für Abnahmen geeignete Lichtbeständigkeitsprüfung ist bis jetzt noch nicht bekannt, die Praxis scheint sich mit der allgemeinen Erfahrung begnügen zu müssen.

Einige Bemerkungen sind über das spannungsoptische Verhalten zu machen[6]). In der allgemeinen Festigkeitslehre bedient man sich spannungsoptischer Hilfsmittel zur Untersuchung der Spannungsverhältnisse namentlich in schwierigen Konstruktionsteilen. Das Verfahren beruht auf der Erscheinung, daß gewisse durchsichtige Körper, wenn sie sich in mechanischem Spannungszustand befinden, doppelbrechend werden, während sie vorher diese Eigenschaft nicht besessen haben. Bildet man also einen Geräteteil, etwa einen Metallwinkel oder ein Zahnrad, in einem geeigneten durchsichtigen Stoff nach, so kann man in polarisiertem Licht den Spannungszustand des Körpers unmittelbar sichtbar machen. Hier interessiert die Tatsache, daß gewisse Reinharze für solche spannungsoptische Untersuchungen ausgezeichnet geeignet sind. Abb. 4 gibt zwei Aufnahmen wieder, die von einem mit einer und einem mit drei Kerben versehenen, auf Biegung beanspruchten Stab gemacht wurden. Es wird überraschend deutlich, daß der mehrfach gekerbte Stab in seinem Inneren günstiger beansprucht ist, als der einfach gekerbte. Hat man bisher die Harze hier nur als Hilfsmittel herangezogen, so ist es doch wohl denkbar, den Harzen als solchen bei derartigen Untersuchungen Beachtung zu schenken, mit anderen Worten, die spannungsoptische Methode in den Dienst der Kunstharzforschung zu stellen.

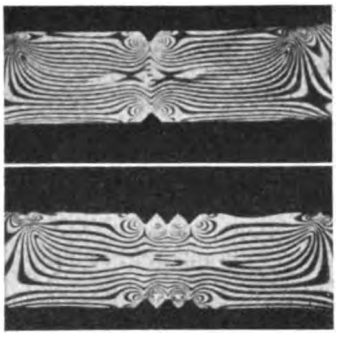


Abb. 4. Sichtbarmachung des Spannungszustandes von zwei auf Biegung beanspruchten, gekerbten Stäben.

Strukturuntersuchungen sind an Preßstoffen auch versucht worden, bisher allerdings wohl nicht mit einem auch nur annähernd mit den Erfolgen der Metallographie vergleichbaren Ergebnis. Immerhin gehört das Mikroskop zu den Hilfsmitteln, die vielleicht doch noch eine Zukunft haben.

Nicht unerwähnt bleiben darf bei Gefügeuntersuchungen die Röntgenstrukturaufnahme. Ihr besonderer Vorteil besteht darin, daß sie an ganz kleinen Pröbchen des Körpers durchgeführt werden kann und einen Einblick in den innersten Aufbau gewährt. Ein Beispiel von Röntgendiagrammen zeigt Abb. 5, die dem Buche von Houwink[7]) entlehnt ist, Die Aufnahme der beiden Harzzustände bei niedriger und bei hoher Kondensationsstufe gibt scheinbar zwei recht verschiedene Bilder. Für die Beurteilung kommt es jedoch auf die äußeren Ringdurchmesser an, die in beiden Fällen fast übereinstimmen. Es kann hieran eine Betrachtung über den Elementaraufbau der Harze bei verschiedener Härtung geschlossen werden. Aber schon das flüchtige Beispiel wird erkennen lassen, daß es sich um eine Frage handelt, deren Klärung noch vieler Forschungsarbeit bedürfen wird.

Der Überblick über die Untersuchungsverfahren der Preßstofftechnik ist natürlich keineswegs vollständig. Er hat sich fast ausschließlich auf die Meßmethoden am fertigen Preßstoff beschränken müssen. Zu vollständiger Erörterung würde die Berücksichtigung der Dreiheit Preßmasse, Isolierstoff, Konstruktion gehören. Da wäre noch eine beträchtliche Anzahl von Prüfverfahren anzuführen, von den Methoden der Harzbewertung bis hin zu den Gebrauchs- und Gefahrenprüfungen der Fertigstücke. Wir haben hiervon nur den mittleren Teil einigermaßen behandeln können. Aber auch aus dieser Umschau wird deutlich geworden sein, daß Wissenschaft und Technik eifrig bemüht sind, dem großen Gebiet der Kunststoffe alle nur erdenkliche Förderung angedeihen zu lassen. Und was den engeren Rahmen unserer Betrachtung, die Preßstoffe in der Elektrotechnik, betrifft, so wird man zugeben müssen, daß die beteiligten Kreise, ihrer Verantwortung bewußt, bestrebt sind, schon im Preßstoff dem hohen Ziele zu dienen, das für die elektrotechnischen Anwendungen beherrschend ist, der Sicherheit.

a b

a) niedrige u. b) hohe Kondensationsstufe

Abb. 5. Röntgendiagramm von Metakresolformaldehydharz nach Houwink.

[4]) Imhof und Stäger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 25 (1934), S. 509 u. 588.
[5]) Siehe z. B. Sommerfeld, Plastische Massen, Berlin 1934.
[6]) z. B. Föppl, Z. techn. Physik, Bd. 15 (1934), S. 430.
[7]) Physikalische Eigenschaften und Feinbau von Natur- und Kunstharzen, Leipzig 1934.

Digitized by Google

Die wirtschaftliche Bedeutung der Verwendung von Preßstoffen.

Von Direktor Dr. Leysieffer, Troisdorf.

Zur Bereitung der Preßstoffe werden besonders Phenol und Kresole, Harnstoff und Formaldehyd benötigt; bei denjenigen Preßstoffen, die nach dem Spritzgußverfahren verarbeitet werden, handelt es sich um die Azetylzellulose und das Polystyrol. Auch Farbstoffe spielen wirtschaftlich eine wesentliche Rolle für die Herstellung der Preßstoffe.

Die großindustrielle Entwicklung der Preßstoffe setzte mit der Verwirklichung einer Massenherstellung ein, d. h. in dem Augenblick, als man erkannt hatte, daß man durch Verwendung von Phenol, also von reiner Karbolsäure, an Stelle des bis dahin gebrauchten billigeren Rohkresols, Preßmassen herstellen konnte, die außerordentlich schnell und damit wirtschaftlich zu verpressen waren und gleichzeitig bedeutend hochwertigere Endstoffe ergaben. Während ursprünglich das Phenol lediglich aus dem Steinkohlenteer gewonnen wurde, hat im Zusammenhang mit der riesenhaften Entwicklung der Preßstoffe das synthetisch aus Benzol gewonnene Phenol außerordentliche Bedeutung erlangt. Während in Deutschland im Augenblick der größere Teil des Phenols aus Steinkohlenteer gewonnen wird, liegen die Verhältnisse in Amerika umgekehrt, wo man den weitaus größeren Teil aus Benzol herstellt. Wenn auch Phenol in großem Umfange für andere als Preßmassenzwecke verwendet wird, in erster Linie in der pharmazeutischen und Farbenindustrie, so ist die gewaltige Steigerung der Erzeugung in den letzten zehn Jahren doch hauptsächlich auf die Verwendung des Produktes für Kunstharze zurückzuführen.

Die Verwendung von Gegenständen aus Preßstoffen ist von den V. S. Amerika ausgegangen, und der Umfang dieser Industrie ist auch heute in diesem Lande noch größer als in Europa. Die beste Erklärung für diese Tatsachen dürfte sein, daß die V. S. Amerika das typische Land der Massenauflagen sind und daß die Technik der Preßmassen gerade für Massenauflagen ganz besonders geeignet ist. Ich möchte nun einige Zahlen nennen, die die Entwicklung der Rohproduktherstellung zeigen und aus denen man einen Anhalt für die wirtschaftliche Bedeutung der Preßstoffe gewinnen kann. Die Erzeugung von Phenol ist in V. S. Amerika von 1400 t im Jahre 1923 auf etwa 11 000 t im Jahre 1929 gestiegen. Die Erzeugung hat sich also in dieser Zeitspanne von sechs Jahren, in der für die V. S. Amerika die Hauptentwicklung der Preßstoffe liegt, verachtfacht. Die deutsche Erzeugung an Phenol betrug z. B. im Jahre 1925 3000 t und im Jahre 1934 8600 t. Die Erzeugung ist also fast um das Dreifache gestiegen. Die Herstellung von Formaldehyd durch die deutsche chemische Industrie konnte naturgemäß in ungefähr gleichem Verhältnis vergrößert werden. An den Fabrikationszahlen von Harnstoff, Azetylzellulose und Farbstoffen die wirtschaftliche Entwicklung der Preßstoffe zu schildern, ist nicht möglich, da diese Produkte in bedeutendem Umfange auch für andere Verwendungszwecke erzeugt werden.

Aus den genannten Rohmaterialien werden in besonderen Fabriken die Bindemittel bzw. die Kunstharze und unter Zusatz von geeigneten Füllstoffen die Preßmassen hergestellt, die ihrerseits wieder in den Preßwerken zu Fertigartikeln verarbeitet werden. In Deutschland bestehen zur Zeit sieben Fabriken, die Preßmassen herstellen. Die Gesamtfabrikation dieser Werke betrug im Jahre 1934 rd. 15 000 t auf der Basis des Phenols und der Kresole und rd. 1000 t auf der Basis des Harnstoffs. Außerdem wurden noch rd. 225 t Spritzgußmassen auf der Basis der Azetylzellulose und des Polystyrols erzeugt. Der Wert der Gesamterzeugung an Preßmassen ist im Jahre 1934 auf rd. 23 Mill RM einzuschätzen. Von der Welterzeugung an Kunstharzen und plastischen Massen entfielen im Jahre 1929 auf die V. S. Amerika rd. 40 %, auf Deutschland rd. 24 %, auf England 16 % und auf Frankreich 8 %.

Die Zahl der Pressereien, in denen zur Zeit in Deutschland Preßmassen zu Fertigartikeln verarbeitet werden, kann mit etwa 600 angenommen werden. Hiervon sind 15 Großpressereien, etwa 60 Mittelpressereien und der Rest sind kleine Pressereien. Von diesen Pressereien liegen rd. 50 % in Rheinland und Westfalen, davon wieder der größere Teil im Lüdenscheider Bezirk. Dann kommt Thüringen mit 30 bis 35 %, Berlin mit 15 % und Süddeutschland mit 10 %. Der Rest entfällt auf das übrige Deutschland. Außerdem bestehen noch rd. 150 Spritzereien, also Hersteller von Gegenständen nach dem Spritzgußverfahren.

Welche Vorteile hat nun der Verbraucher von Preßmassen und Preßartikeln? In den Preßmassen steht ihm ein Rohstoff zur Verfügung, der sofort fertig für die Verformung ist. Er benötigt keine Maschinen und Apparaturen, um den Stoff vorzubereiten. Dieser wird vielmehr in der richtigen Zusammensetzung, in der richtigen Farbe und mit dem gewünschten Gehalt an Bindemitteln in bestimmter Fließfähigkeit geliefert. Er braucht die Preßmischungen lediglich in seine Preßformen einzufüllen, um nach wenigen Minuten die fertigen Preßteile herausnehmen zu können, die sofort verarbeitet bzw. weiterversandt werden können. Vom Rohstoff-Fabrikanten erhält der Verbraucher jede Menge Material mit außerordentlich kurzen Lieferfristen, da die Erzeugung der neuzeitlichen Preßmassen keine langen Herstellungszeiten erfordert.

In den neuzeitlichen Preßmassen hat der Verbraucher Werkstoffe in der Hand, die es gestatten, qualitativ außerordentlich hochwertige Erzeugnisse mit verhältnismäßig einfachen Mitteln herzustellen. Die erzeugten Preßartikel sind spezifisch leicht, was für den Export von größter Bedeutung ist. Die mechanischen Fertigkeitswerte sind außerordentlich hoch. Einige Sondererzeugnisse erreichen sogar die Festigkeit des Gußeisens. Die Verarbeitung von Preßmassen gestattet ferner die Herstellung von Gegenständen mit elektrisch hochwertigen Eigenschaften und hier können nach dem Spritzgußverfahren Formstücke hergestellt werden, die die elektrischen Werte des Bernsteins erreichen.

Preßmassen erlauben aber nicht nur die Herstellung technisch hochwertiger Teile, sondern auch die solcher Stücke, bei denen es auf gutes Aussehen, schöne Farben und ansprechende Musterung ankommt. Die Oberfläche kann je nach Wunsch matt und hochglanzpoliert ausgeführt werden. In den Farben ist man heute in der Lage, aufbauend auf dem feinsten Weiß, jede gewünschte zarte Tönung zu erreichen. Nach dem Spritzgußverfahren können sogar glasklar durchsichtige und farblose Körper hergestellt werden, die natürlich auch bunt gefärbt werden können. Preßstoffstücke haben den Vorteil, hygienisch zu sein. Sie lassen sich sehr leicht reinigen, da sie sogar mit heißem Wasser behandelt werden können. Sie zeigen keine Fugen, in denen sich Bakterienherde bilden können. Sie gestatten dem Konstrukteur die Herstellung selbst schwieriger Formstücke von größter mechanischer Festigkeit, bei dem es nur auf die mechanischen Eigenschaften ankommt, aber nicht auf das Aussehen. Die erreichbaren geringen Toleranzen gestatten ohne weiteres die Auswechselbarkeit. Ein solches Stück mußte früher vielfach aus vielen Teilen zusammengesetzt werden. Heute besteht es aus einem einzigen Stück. Die hochwertigen Eigenschaften gestatten auch die Herstellung schwieriger Formstücke als Isolierteile in der Elektrotechnik, wo es auf Festigkeit, Wärmebeständigkeit und gute Isolationswerte ankommt.

Die Eigenschaften der Preßstoffe gestatten weiter die Herstellung feinster Spritzgußteile in der Hochfrequenztechnik, wo es auf einen geringen Verlustwinkel und gute Dielektrizitätskonstante ankommt.

Neben diesen hochwertigen qualitativen Eigenschaften, die die Preßstoffe zeigen und die ihnen die heutige ungeheure wirtschaftliche Bedeutung gegeben haben, spielt, wie bereits erwähnt, die Wirtschaftlichkeit in der Verarbeitung eine besondere Rolle. Die Preßstoffe sind der gegebene Werkstoff, um billige Massenartikel in hochwertiger und genauer Form herzustellen.

Die Herstellung der verschiedenen Matrizen einer Mehrfachform geschieht heute nicht mehr einzeln durch Bearbeitung von Hand, sondern in den meisten Fällen kann man so vorgehen, daß aus einem Stahl von großer Härte und besonders guter Festigkeit eine sogenannte Patrize hergestellt wird, die als solche zur Herstellung der Preßmatrize dient. Man preßt mit dieser Patrize die Matrizen auf kaltem Wege, ein Verfahren, das selbstverständlich beim Matrizenstahl besondere Eigenschaften voraussetzt und hohe Anforderungen an denselben stellt. Ist die Patrize richtig, so ist Gewähr dafür gegeben, daß alle Matrizen richtig und unter sich vollkommen gleich

Digitized by Google

sind, so daß auch die erhaltenen Preßstücke die gleiche Übereinstimmung zeigen müssen. Die wirtschaftliche Bedeutung dieses Verfahrens liegt aber nicht allein in der qualitativen Seite, sondern auch darin, daß es auf diese Weise möglich ist, Mehrfachformen mit wesentlich geringeren Selbstkosten als früher herzustellen, was naturgemäß wieder auf die Kosten des Preßartikels von erheblichem Einfluß ist.

Ein wirtschaftlicher Vorteil von größter Bedeutung liegt weiterhin darin, daß die Formstücke aus Preßmasse oder Spritzgußmasse fast vollkommen fertig aus der Form herauskommen. Außer dem Entfernen des Preßgrates ist nur bei größeren Stücken ein kurzes Nachschleifen und Nachpolieren notwendig, falls dieselben eine Hochglanzpolitur erhalten sollen. Vergleicht man damit andere Werkstoffe, die eine mechanische Bearbeitung zur Herstellung eines Fertigteiles voraussetzen und infolgedessen ebenfalls stark nachgearbeitet werden müssen, so leuchtet der große wirtschaftliche Vorteil der Preßmassen ohne weiteres ein.

Als Beispiel für die Wirtschaftlichkeit der Preßstoffe erwähne ich den Telephongriff der Deutschen Reichspost, der bei den älteren Apparaten aus zahlreichen Einzelteilen bestand. Der eigentliche Griff war aus einem Isoliermaterial hergestellt, durch das ein Metallrohr geführt war, durch welches wiederum die Leitungsdrähte zwischen dem Mikrophon und dem Hörer liefen. Sowohl das Mikrophon als auch der Hörer waren wiederum eine Kombination von Metall und Isolierteilen. Der heutige Telephongriff der Reichspost ist dagegen ganz aus Preßmasse hergestellt. Er besteht im wesentlichen nur aus vier Preßstoffteilen, dem eigentlichen Griff, der Hörmuschel, der Einsprache und dem Spannring. Die Kontakte zur Aufnahme der elektrischen Apparatur werden beim Preßvorgang mit eingepreßt, und die Drähte, die diese Kontaktteile verbinden, liegen im eigentlichen Griff eingepreßt. Ein solcher Griff ist ohne Zweifel technisch besser, in der äußeren Formgebung schöner und außerdem wesentlich billiger als der alte Griff. Der wirtschaftliche Vorteil liegt also auf der Hand.

Ein anderes Beispiel, das die wirtschaftlichen Vorteile der Preßstoffe klar erkennen läßt, sind die Gehäuse für Radioempfänger und Lautsprecher. Früher wurden dieselben ausschließlich aus Holz hergestellt. Heute sind die Holzkästen zu einem erheblichen Prozentsatz durch Kästen aus Preßstoff ersetzt. Kästen aus Holz, die in der eigentlichen Saison serienweise in großem Umfange hergestellt werden müssen, setzen das Vorhandensein entsprechender Mengen gut getrockneten Holzes voraus. Vielfach sind aber diese Holzmengen in wirklich gut getrockneter Form gar nicht verfügbar, so daß der Hersteller gezwungen ist, weniger gut getrocknetes Holz zu verarbeiten. Die Folge ist, daß solche Kästen, die ja bei den neuzeitlichen Konstruktionen eine nennenswerte Erwärmung aushalten müssen, nach kurzer Zeit reißen und so zu großen Schwierigkeiten Anlaß geben. Die Montage der Apparate erfolgt vielfach am fließenden Band und eine Wirtschaftlichkeit ist nur dann gegeben, wenn ein Kasten genau wie der andere ist. Diese Möglichkeit ist aber bei der Herstellung von Holzkästen nicht gegeben. Demgegenüber zeigen Kästen aus Preßstoffen erhebliche Vorteile von wirtschaftlich großer Bedeutung. Das Rohmaterial steht stets in genügender Menge und gleichmäßiger Beschaffenheit zur Verfügung. Besondere Farben und Muster können in kürzester Zeit aus den Rohmaterialien hergestellt werden. Die Härtung des Materials in der Preßform, die bei rd. 160 ° erfolgt, gibt jede Gewähr dafür, daß die Kästen sich auch bei erheblicher Erwärmung nicht mehr verändern. Die Herstellung in der Preßform ergibt gleichmäßige Kästen, so daß bei der Montage am laufenden Band keine Schwierigkeiten eintreten können. Das Einpressen von Metallteilen, an denen z. B. das Chassis befestigt oder der Lautsprecher aufgehängt wird, die Anbringung von Nocken und Leisten gleich beim Herstellungsprozeß vereinfachen die Konstruktion und Montage eines Apparates bedeutend.

Eines der ersten Verwendungsgebiete, das die Preßstoffe aufgegriffen hat, ist die Elektrotechnik[1]). Sowohl für Niederspannungszwecke, z. B. in Installationsmaterial, im Schalter-, Geräte- und Meßinstrumentenbau, als auch in der Hochspannungs-, Hochfrequenz- und Schwachstromtechnik spielen die Preßstoffe eine bedeutende Rolle als Isolier- und Baustoffe.

Die Preßstoffe sind geeignet, verschiedene andere Rohstoffe zu ersetzen mit dem Erfolg, daß ihre Anwendung neue Vorteile bringt, die dem bisher verwandten Werkstoff mangelten, also nicht Ersatz in einem uns noch in unangenehmer Erinnerung stehenden Sinne sind. Als einzigstes Beispiel sei der Ersatz des Hartgummis durch Preßstoff erwähnt. Hier ist besonders hervorzuheben, daß in den letzten 10 Jahren Hartgummiteile schon außerordentlich weitgehend mit größtem Erfolg durch Preßteile ersetzt worden sind, weil in der Tat bedeutende technische Vorteile vorliegen. Auch die Spritzgußmassen, wie Trolit und Trolitul, sind insbesondere dazu geeignet, schwierige Teile, die bisher aus Hartgummi bestanden, aus diesen Rohstoffen herzustellen.

Auch die Naturharze sind vielfach unter Erzielung von technischen Fortschritten ersetzbar, so z. B. der Schellack.

Wenn ich in meinen Ausführungen versucht habe, ein Bild von der wirtschaftlichen Bedeutung der Preßstoffe zu geben, so möchte ich zum Schluß darauf hinweisen, daß die technische Entwicklung noch in keiner Weise als abgeschlossen betrachtet werden kann. Die Chemie und die Technik arbeiten rastlos an der Entwicklung von neuen Stoffen und an der Vervollkommnung der bereits vorhandenen. Es ist mit Sicherheit vorauszusehen, daß gerade die neuen Stoffe, die auf systematischer wirtschaftlicher Arbeit der Chemie aufgebaut sind, ganz neue Möglichkeiten für die Preßstofftechnik bringen werden. Aus diesem Grunde wird auch die wirtschaftliche Bedeutung der Preßstoffe in den kommenden Jahren noch wesentlich größer werden als sie es heute schon ist.

[1]) Die Verwendung auf fast allen Gebieten der Wirtschaft, des allgemeinen Maschinenbaus, des Meßapparatebaus, des Automobil- und Flugzeugbaus, der Bekleidungsindustrie, der Industrie des Bürobedarfs und der Haushaltwaren und vieler anderer zeigen die wirtschaftliche Bedeutung der Preßstoffe.

Novotextlager.

Von Dipl.-Ing. F. Armbruster, Berlin.

Verschiedene Kunstharzerzeugnisse vereinigen eine Reihe von wertvollen technischen Eigenschaften, die ihnen im Laufe der Jahre eine zunehmende Bedeutung außerhalb ihrer ursprünglichen Verwendung als elektrische Isolierstoffe verschafft haben. Ein Verwendungsgebiet, in welchem diese Kunststoffe besonders in der letzten Zeit erhöhte Beachtung fanden, ist der Lagerbau. Die günstigen Gleiteigenschaften der Phenolharzerzeugnisse sind zwar schon seit langem bekannt und ihre Eignung zu Lagerzwecken wurde wahrscheinlich schon vor einem Jahrzehnt festgestellt. Die ersten bemerkenswerten Lagerversuche dürften jedoch erst etwa 7 Jahre zurückliegen, und zwar wurden damals die ersten größeren Versuchsreihen mit Lagerbuchsen aus Novotext in verschiedenen Bearbeitungsmaschinen vorgenommen und vor allem sehr beachtliche Erfolge mit Novotextlagern in Kupferwalzgerüsten des AEG-Metallwerkes erzielt. Anschließend haben sich zahlreiche Betriebe eingehend mit diesem neuen Lagerbaustoff beschäftigt, und es folgte in der Zwischenzeit eine unübersehbare Zahl von Versuchen mit Buchsen und Lagerschalen in feinmechanischen Geräten, Motoren, Werkzeugmaschinen, landwirtschaftlichen Maschinen, Schienenfahrzeugen, Schiffen, Wasserturbinen, Walzgerüsten für Kupfer, Metall und Stahl. Überall trat das Novotext in Wettbewerb mit den bislang üblichen Lagerstoffen Bronze, Weißmetall und Pockholz. Die Ergebnisse dieser vielartigen Versuche waren naturgemäß sehr verschieden und dürften wohl kaum zu erfassen sein. Immerhin geben einige Untersuchungen grundlegender Art zusammen mit theoretischen Erwägungen und den bekannten technischen Stoffwerten bereits heute wertvolle Aufschlüsse über die Bedeutung, die dem neuen Lagerstoff zukommt.

Bei einem Vergleich der mechanischen Daten[1]) von üblicher Bronze und von Weißmetall mit Novotext ist von Interesse, daß die Druckfestigkeit von Novotext mit 20 bis 30 kg/mm², Biegefestigkeit mit rd. 12 kg/mm² und Brinellhärte mit 40 bis 50 kg/mm² zwischen den beiden ersteren liegen. Diese in konstruktiver Hinsicht wichtige

[1]) Den folgenden technischen Werten liegen Untersuchungen der AEG an ihrem Novotext-Hartgewebe zugrunde.

Digitized by Google

Tatsache ist dem Novotext und ähnlichen Kunststoffen in der Praxis eigentlich immer sehr zustatten gekommen. Sie brauchen selten eine Fassung, wie z. B. das Weißmetall, und ihre Festigkeit genügt in den meisten Fällen, um die für Bronzelager vorgesehene, meist nicht besonders hohe mechanische Beanspruchung aufzunehmen.

Wesentlich wichtiger als die mechanischen Daten ist sicherlich die Reibungs- und Wärmefrage, die für den Lagerbau sowieso immer von maßgebender Bedeutung gewesen ist. Die Reibungsarbeit wird bekanntlich an der Lagerlauffläche restlos in Wärme umgesetzt. Die Größe der in der Zeiteinheit entwickelten Wärmemenge ist proportional dem Reibungsfaktor μ, dem Lagerdruck P und der Reibungsgeschwindigkeit v gemäß $Q = \mu P v \cdot 427$ kcal/s. Wird diese entwickelte Wärme nicht vollkommen durch die Welle, das Lager und das Schmiermittel abgeleitet, so findet an der Lauffläche eine Wärmeansammlung statt, die sich in einer dauernden Temperatursteigerung auswirkt. Der abgehende Wärmestrom Q_w folgt übrigens Gesetzen, wie sie in der Elektrotechnik unter dem Namen Ohms bekannt sind. Die Verteilung auf die genannten wärmeleitenden Elemente erfolgt proportional ihrer Leitfähigkeit. Die Größe des gesamten abgehenden Wärmestromes ist eine Funktion des Temperaturgefälles Δt zwischen Lauf- und Kühlflächen sowie des Gesamtwärmeleitwertes L, welch letzterer wiederum von der Größe der Querschnitte, der Weglängen und der spezifischen Leitwerte abhängt.

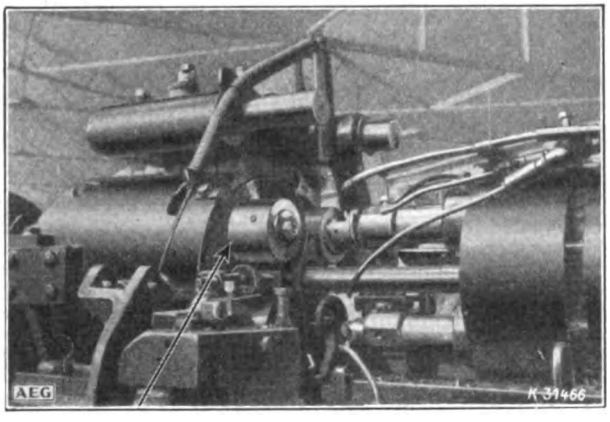


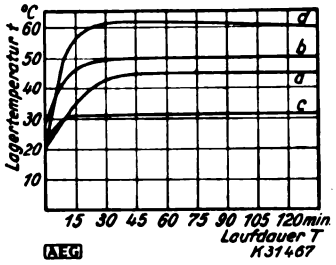
Abb. 1. 4-Spindelautomat, 400 U/min mit Novotextbuchsen, 80 mm Dmr.

Maßgebend für die Eignung eines Stoffes zu Lagerzwecken ist wohl meist der Reibungswert μ. Die noch folgenden Reibungswerte für Novotext bei trockener Reibung einerseits und bei Flüssigkeitsreibung anderseits sowie einigen dazwischenliegenden Stufen dürften daher von besonderem Interesse sein. Bei den Kunststofflagern kommt jedoch noch ein Faktor von fast ebenso großer Bedeutung hinzu. Ein Vergleich der Wärmeleitwerte L zeigt nämlich, daß die Lagermetalle eine Wärmeleitzahl in der Größenordnung von etwa $15\,000 \cdot 10^{-5}$ cal/cm s ° C aufweisen, während bei den Kunststoffen mit etwa $25 \cdot 10^{-5}$ gerechnet werden muß, und sie damit eher als Wärmeisolatoren zu bezeichnen sind. Diese letztere Feststellung erklärt schon grundsätzlich, daß z. B. auch Novotext nicht ohne weiteres als Ersatzstoff in bestehende Konstruktionen für Metall übernommen werden kann. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der beiden maßgebenden Werte μ und L ergeben sich für die verschiedenen Reibungsarten folgende Bilder:

Wir betrachten die einfachen Verhältnisse eines gut eingelaufenen Lagers mit geschlossenem Ölfilm, welches z. B. Ringölerschmierung besitzt und bei dem die Wärmeabfuhr ausschließlich durch Welle und Lager erfolgt. Bei einer vorausgesetzten guten Schmierung ist der Reibungswert in der Hauptsache eine Frage des verwendeten Öles. Es liegt daher kein Grund vor, daß bei Novotext eine andere Wärmeentwicklung wie bei Metall stattfindet. Wenn nun bei einem Bronzelager und einem bestimmten pv-Wert das Betriebswärme-Gleichgewicht bei $\Delta t = 40$ bis 50 ° C zustande kommt und dabei Welle und Lager zu etwa gleichen Teilen an der Wärmeabfuhr beteiligt sind, so zeigt schon eine einfache Überlegung, daß bei einer Kunststoffausführung infolge der tausendmal schlechteren Wärmeleitfähigkeit die dem Konstrukteur zur Verfügung stehenden Mittel, wie z. B. eine Verdoppelung des Wärmegefälles Δt oder eine — allerdings meist beschränkte — Abmessungsvergrößerung, von vornherein nichts nützen. Die Verwendung der Lager mit einer derartigen Ölschmierung beschränkt sich in der Praxis dementsprechend auch auf solche Fälle, wo die Bemessung reichlich und die Belastung gering ist, wo also der Erbauer auf Sicherheit den Hauptwert legt (Abb. 1), oder aber auf Sonderfälle, wo der Anteil der Wärmeabfuhr der Welle weit überwiegt, weil z. B. eine besonders günstige Luftkühlung für Welle bzw. Läufer vorliegt.

Sobald jedoch die Ölschmierung einen wesentlichen Teil der Wärmeabfuhr übernimmt, wie dies z. B. bei Umlaufschmierungen der Fall ist, können sich die oben geschilderten Verhältnisse bei Verwendung von Kunststoffen schon beträchtlich ändern, weil die Wärmeabfuhr durch das Lager und damit der Leitwert des Lagerstoffes nur noch untergeordnete Bedeutung haben. Eine Reihe von praktischen Versuchen hat bewiesen, daß die Verwendung von Novotext bei guter Umlaufschmierung sehr vorteilhaft ist. Die Kurven a und b der Abb. 2 zeigen die Erwärmung einer segmentförmigen Novotextlagerschale von 120 mm Dmr. mit guter Mineralöl-Umlaufschmierung und bereits beachtlichen pv-Werten.

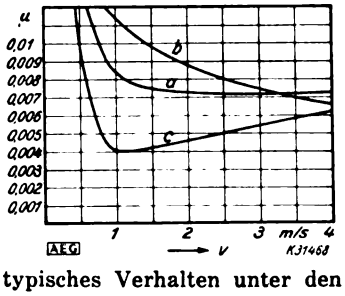
Ein wesentlich günstigeres Bild entsteht, wenn an Stelle der oben angenommenen „idealen" Flüssigkeitsreibung unvollkommene Schmierungsverhältnisse bis zur „trockenen" Reibung treten, mit denen auf weiten Gebieten des Maschinenbaues auch gerechnet werden muß. Abgesehen davon, daß viele Lager mit der verhältnismäßig einfachen Fettschmierung auskommen müssen, wie z. B. in Fahrzeugen aller Art, in landwirtschaftlichen Maschinen und z. T. auch in Wasserturbinen, und daß weiterhin die gesamten Lager in Kupfer- und Stahlwalzwerksgerüsten vorwiegend mit Wasser als Kühl- und Schmiermittel betrieben werden, bleibt es außerdem noch eine Angelegenheit jedes einzelnen Beurteilers, wie weit er auch die intermittierende Schmierung



a Ölumlaufschmierung, $pv = 36$ kgm/s
b " $pv = 54$ kgm/s
c reine Wasserumlaufschmierung, $pv = 18$ kgm/s
d reine Wasserumlaufschmierung, $pv = 54$ kgm/s

Abb. 2.

in diesem Zusammenhang einordnen will. Die Bedeutung dieser letzteren ist bekanntlich in den meisten Apparaten und Maschinen der Technik sehr groß, weil damit gerechnet werden muß, daß die normale Schmierung aus irgendwelchen Gründen zeitweise oder gänzlich versagt, so daß eine unvollkommene Schmierung oder aber eine trockene Reibung stattfindet, die sich meist nach wenigen Minuten schon in einer Zerstörung der Metallager oder in einem Fressen der Welle auswirken. Eine Reihe von Versuchen mit Novotextlagern zeigt ein sehr beachtenswertes und



a Lagerschale mit reiner Wasserschmierung, $p = 35$ kg/cm²
b Lagerschale mit reiner Wasserschmierung, $p = 70$ kg/cm²
c Bronze-Sellerslager mit Ringöler und Gasölschmierung $p = 25$ kg/cm²

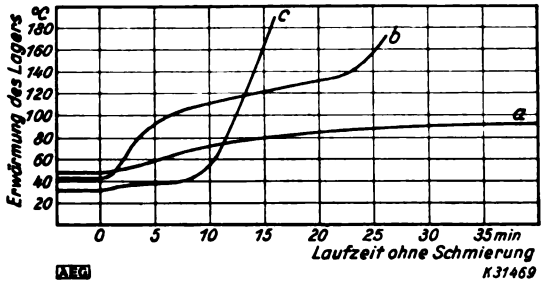
Abb. 3.

typisches Verhalten unter den genannten Betriebsbedingungen.

Die Abb. 2 *c* u. *d* zeigt einen erfolgreichen Versuch, Novotextlager, wie zu 2 *a*, *b* verwendet, mit reiner Wasserumlaufschmierung zu betreiben, der für den Fachmann besonders aufschlußreich ist. Aus Abb. 3, *a* und *b*, sind weiterhin die Reibungswerte bei einer Lagerschale von 152 mm Dmr. und verhältnismäßig hoher Belastung bei reiner Wasserschmierung ersichtlich. Die Wasserzufuhr erfolgt in diesem Falle an der Ein- und Auslaufseite der Welle in so reichlichem Maße, daß keine beachtliche Temperaturerhöhung stattfindet. Die Reibungswerte liegen in der Größenordnung, wie sie z. B. ein Ringöler-Sellerslager von 70 mm Dmr. und $p = 25$ kg/cm², Kurve *c*, aufweist. Die Abb. 4 *a* und *b* zeigten in einem anderen Fall die Verhältnisse, wie sie bei intermittierender Schmierung und Verwendung von Novotext zu erwarten sind. Die Umlaufschmierung des (zu Abb. 2 gehörigen) Lagers wird abgestellt und ergibt bei den ganz geringen Fettresten noch eine Lagerleistung, die von den üblichen Metallagern wohl schwerlich erreicht werden dürfte.

Digitized by Google

Auf die Reibungszahlen, wie sie bei einer trockenen Reibung vorliegen, läßt die Abb. 5 gewisse Schlüsse zu. Sie stellt die Anlaufreibung, als Sonderfall der trockenen Reibung, bei einem Lager von 152 mm Dmr. dar, welches noch Fettspuren aus dem früheren Betrieb aufweist. Die Werte liegen, gemessen an Metall, bestimmt sehr günstig.



a nach Abstellung der Mineralöl-Umlaufschmierung $pv = 18$ mkg/s
b „ „ „ „ „ „ $pv = 96$ mkg/s
c „ „ „ reinen Wasser-Umlaufschmierung, $pv = 18$ mkg/s

Abb. 4. Novotextlagerschale 120 mm Dmr. bei intermittierender Schmierung.

Es soll in diesem Zusammenhang auch nicht versäumt werden, auf die Auswirkung einer solchen geringen Anlaufreibung in der Praxis hinzuweisen. Sie bedeutet eine erhebliche Abschwächung der sonst unvermeidlichen stoßartigen Wirkung des Antriebs oder des Hochschnellens des Stromes in den Elektromotoren beim Anfahren. Am besten werden die Vorzüge von Novotext bei trockener Reibung durch Kurve *c* der Abb. 4 belegt. Bei einer mit reiner Wasserkühlung arbeitenden Lagerschale von 120 mm Dmr. und reichlicher Wasserkühlung wird das Wasser abgestellt, so daß nach ganz kurzer Zeit eine trockene Reibung stattfindet. Trotz beachtlicher Belastung ist es möglich, den Betrieb noch 15 min ohne irgendwelche Zerstörung von Lager und Welle aufrechtzuerhalten.

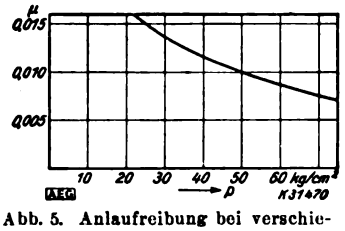


Abb. 5. Anlaufreibung bei verschiedener Belastung.

Wenn die letzteren Versuchsergebnisse auch nicht für alle Kunststofflager maßgebend sein können, so dürften sie jedoch Anspruch darauf erheben, daß sie immerhin das aus der Praxis schon bekannte typische Verhalten von Novotext bei wenig guter bis schlechter Schmierung kennzeichnen. Es steht fest, daß bei zunehmender Verschlechterung der Schmierverhältnisse ein sehr günstiger Reibungswert des neuen Lagerstoffes immer mehr in den Vordergrund tritt. Gegenüber Metallagern, die z. B. bei der Konstruktion bereits auf schlechte Schmierverhältnisse eingestellt sind, erweisen sich Novotextlager von gleicher Abmessung trotz ihrer schlechteren Wärmeleitfähigkeit in vielen Fällen als vorteilhafter. Sie können sogar manchmal geringer bemessen werden, wie dies verschiedene praktische Versuche gezeigt haben. Bei intermittierender bzw. versagender Ölschmierung dürfte eine Zerstörung z. B. bei hochbelasteten Kunststofflagern gegenüber der Metallausführung in den meisten Fällen auf ein Vielfaches der Zeit hinausgezögert werden. Bei geringen Belastungen ist beim Versagen der Schmierung u. U. sogar ein stundenlanger Betrieb ohne Beschädigung von Lager und Welle möglich. Eine wesentlich intensivere Ausnutzung gerade dieser letzteren Tatsache, die für den Maschinenbau ungemein wichtig sein dürfte, wird sicherlich nur noch eine Frage der Zeit sein. Einer Einführung steht bei den meisten Konstruktionen leider noch die Frage der Wärmeleitfähigkeit des Kunststoffes im Wege. Aus diesem Grunde muß an dieser Stelle betont werden, daß der Erreichung von besseren Wärmeleitwerten bei den Kunststoffen durchaus keine unüberwindlichen Hindernisse entgegenstehen. Dieses Ziel dürfte seither nur nicht im Zuge der Preßstoffentwicklung gelegen haben. — In allen übrigen Fällen, wo neben den günstigen Reibungsverhältnissen bei primitiver Schmierung die Frage der Wärmeleitfähigkeit insofern ausscheidet, als eine genügende Kühlung z. B. durch reichliches Wasser als Schmier- und Kühlmittel vorhanden ist, dürften die neuen Lagerstoffe die denkbar günstigsten Aussichten haben. Die bereits reichlichen Erfahrungen, welche besonders im Walzwerksbetrieb gemacht wurden (Abb. 6), rechtfertigen diese Anschauung uneingeschränkt. Diese reine Wasserkühlung bzw. Schmierung erfolgt dort meist in denkbar einfachster Form, indem z. B. ähnlich wie bei der Versuchsanordnung zu Abb. 3 *a*, *b* starke Wasserstrahlen entlang der Ein- und Auslaufseite des Lagers auf die Welle gejagt werden, wodurch praktisch die ganze Reibungswärme aus der Welle herausgezogen wird, soweit das zur Lauffläche mitgerissene Wasser nicht bereits dort kühlend wirkt. Die Wärmeableitung des Lagers selbst braucht keine Rolle mehr zu spielen. Die Verwendung der Novotextlager gerade im Walzwerksbetrieb dürfte lediglich noch begrenzt werden durch konstruktive Forderungen, denn ihre mechanischen Daten kommen an diejenigen guter Hartbronze nicht heran, oder aber durch unerträglich hohe Betriebstemperaturen, wie sie z. B. bei manchen Warmwalzgerüsten auftreten, wo die Zapfen eine Temperatur von rd. 250 ° C u. m. aufweisen. Die günstigen Reibungsverhältnisse von Novotext haben sich übrigens im Walzwerksbetrieb in verschiedener Hinsicht sehr spürbar gemacht. So beträgt dort die Lebensdauer gegenüber Metallagern infolge geringen Abwalzens das Doppelte und manchmal ein Vielfaches. Dadurch wird in erster Linie viel Montagearbeit und gleichzeitig ein Ausfall von Walzgut vermieden. Außerdem wird das ständige Nachstellen der Walzen zwecks Einhaltung genauer Walzenabstände vereinfacht. Die geringe Reibungsziffer hat weiterhin eine beträchtliche Verminderung der Antriebsenergie zur Folge, die in vielen Fällen bis zu 30 % und höher geht.

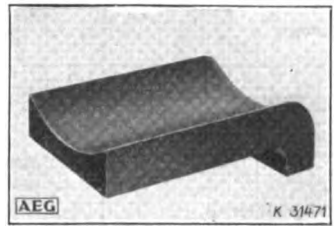


Abb. 6. Lagerschale aus Novotext für Stahlwalzwerke.

Beim heutigen scharfen Wettbewerbskampf, wo jeder Betrieb sein größtes Augenmerk auf die Senkung der Unkosten legen muß, dürfte es sich daher lohnen, wenn sich der Betriebsingenieur auch besonders mit der wirtschaftlichen Seite der Novotext- bzw. Kunststofflagerfrage mehr beschäftigt.

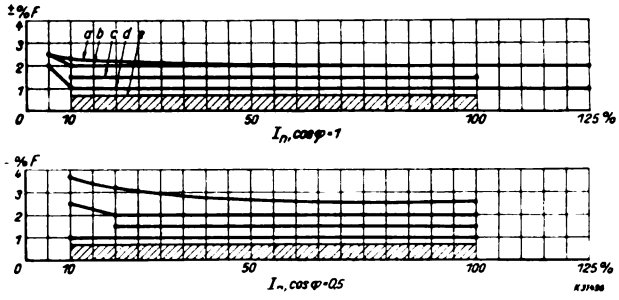
Zur Frage der Präzisionszähler für Wechsel- und Drehstrom.

Von Dipl.-Ing. R. Reese, Berlin.

Die Erkenntnis, daß bei der Erfassung und Verrechnung großer und größter Energiemengen die Güte und Meßgenauigkeit der verwendeten Zähler von ausschlaggebender Bedeutung ist, setzt sich immer entschiedener durch. Auch wird man sich mehr und mehr bewußt, daß die genauesten Zähler nicht gleichzeitig Antriebsvorrichtungen für irgendwelche komplizierten Tarifapparate oder Zusatzgeräte, wie z. B. anzeigende oder schreibende Maximumanzeiger, sein können, ohne dadurch wesentliche Einbuße an Meßgenauigkeit und Anzeigekonstanz zu erfahren. Im übrigen fehlt es jedoch an jeglicher ausreichenden Norm, wie derartige Zähler beschaffen sein sollen, bzw. was man bei objektiver Würdigung aller in Betracht zu ziehenden Faktoren billigerweise von ihnen verlangen kann. Es wird in der Regel den Herstellern aufgegeben, Präzisionszähler zu liefern, ohne zu bedenken, daß diese Benennung ebenso unzulänglich ist wie z. B. bei anzeigenden Instrumenten die Bezeichnung „Präzisionsinstrumente". Dagegen könnte man mit einer gewissen Berechtigung einwenden, daß in den Beglaubigungsvorschriften der verschiedenen Länder unter analogen Bezeichnungen wie z. B. in Deutschland „Meßwandlerzähler" oder in England „substandards" Meßfehlergrenzen festgelegt sind, die offenbar für derartige Zähler zu gelten haben. Man betrachte jedoch die in Abb. 1 zu einer Kurvenschar zusammengestellten, aus den entsprechenden Vorschriften entnommenen Fehlergrenzen, und man wird erkennen, wie wenig einheitlich die Auffassungen über

Digitized by Google

Präzisionszähler sind, und daß sie daher kaum dem Fabrikanten feste Richtlinien für den Bau derartiger Zähler zu bieten vermögen. Hinzu kommt noch, daß die Fehlergrenzen nicht nur unter dem Gesichtspunkt aufgestellt wurden, welche Grenzen ein fabrikneuer oder neugeeichter Zähler einzuhalten hat, sondern sie umfassen auch noch die Änderungen, denen ein Zähler naturnotwendig infolge von Lagerreibung, Altern der Magnete u. dgl. im Laufe der Betriebszeit unterworfen ist. Die hier gestellte Frage ließe sich also durch die amtlichen Vorschriften nur dann beantworten, wenn eine entsprechende Aufteilung der Fehlergrenzen vorhanden wäre. Eine derartige Aufteilung weisen jedoch nur die englischen Vorschriften auf. Die in Abb. 1 dargestellte schraffierte Fläche besagt, daß die



a Deutschland, Meßwandlerzähler
b IEC, Klasse A
c England, Sub-standard Meters
d Schweiz, Präzisionszähler
e England, Sub-standard Meters im Anlieferzustand

Abb. 1. Zugelassene Fehlergrenzen.

Fehlerkurve der anzuliefernden Zähler in diesen Grenzen von ± 0,75 % liegen muß. In Deutschland wird verlangt, daß zu liefernde oder neugeeichte Zähler die amtlichen Fehlergrenzen nicht vollständig ausfüllen. Eine scharfe Grenze wird jedoch nicht gezogen. In der Tat ist es schwierig, hier allgemeingültige Garantiegrenzen festzulegen. Es wird daher im folgenden versucht, die Frage unter dem Gesichtspunkt zu beantworten, was man bei Berücksichtigung aller in Betracht kommenden Faktoren überhaupt von derartigen Zählern praktisch verlangen kann.

Bei dem heutigen hohen Stande der Zählertechnik ist es zweifellos kein Problem, die Meßgenauigkeit weiter und weiter zu treiben, um schließlich bezüglich der Fehler in Abhängigkeit vom Belastungstrom zu einer Geraden als Fehlerkurve zu kommen. Dies ist lediglich eine Frage des Aufwandes an aktivem Zählermaterial für Triebeisen, Magnete usw. Es hat aber offenbar keinen Sinn, hierfür Forderungen aufzustellen, die über die Meßgenauigkeitsgrenzen hinausgehen, wie sie uns durch die in der Praxis zur Verfügung stehenden Mittel zur Eichung und Kontrolle der Zähler gezogen sind. Hierzu gehören in erster Linie die dynamometrischen Wattmeter, dann die Stoppuhren und schließlich die Eichmaschinen. Was zunächst die Leistungsmesser und Uhren anbelangt, so sei auf die kürzlich erschienene Arbeit von H. Vogler verwiesen[1]). Hiernach ergibt sich auf Grund von theoretischen Überlegungen, daß die Meßgenauigkeit nicht unter ± 0,5 % gebracht werden kann. Praktisch kann dieser Wert zwar durch mehrfache Messungen und Mittelwertbildungen sowie Interpolation der Fehlerkurve noch etwas weiter heruntergedrückt werden, aber selbst bei größter Sorgfalt nicht unter ± 0,3 %. Einen weiteren Unsicherheitsfaktor stellt die übrige Eicheinrichtung dar, wobei besonders an die Oberwelligkeit der zur Eichung verfügbaren Stromversorgung gedacht ist. Soweit es sich dabei um Eichmaschinen handelt, kann wohl im allgemeinen angenommen werden, daß sie einigermaßen oberwellenrein sind. Trotzdem werden häufig Differenzen beobachtet, die nur durch das Auftreten von Oberwellen zu erklären sind. Namentlich bei stark belasteten Maschinen sind sie nicht ganz zu vermeiden. Sehr unsicher werden die Messungen, wenn nicht mit Eichmaschinen sondern mit Netzanschluß geeicht wird. Die hier auftretenden Kurvenverzerrungen sind meist unkontrollierbar. Bekannt ist, daß diese Erscheinung durch die zunehmende Anwendung von Gleichrichtern, Umrichtern usw. hervorgerufen wird. Aber selbst Netze, in denen derartige Einrichtungen nicht anzutreffen sind, weisen häufig Verzerrungen auf, die vor allem offensichtlich werden, wenn man die Kurvenform des belasteten Netzes mit der des unbelasteten vergleicht.

Die Kurvenverzerrungen des Netzes sind aber noch in anderer Hinsicht von Bedeutung. Denn welchen Wert hat der auf das sorgsamste und mit den idealsten Einrichtungen geeichte Zähler, wenn er im Eichraum mit rein sinusförmigem Wechselstrom geeicht wird und dann im Betrieb mehr oder weniger verzerrten Strom anzuzeigen hat. Leider läßt sich infolge der verschiedenartigen Netzbedingungen der Einfluß der Kurvenverzerrungen wohl kaum genau angeben. Schätzungsweise wird aber ein 10 %-Anteil der dritten Oberwellen verhältnismäßig häufig anzutreffen sein. Daraus folgt, daß zu den obengenannten Meßfehlern von ± 0,3 % ein zusätzlicher infolge von Kurvenverzerrungen kommt, der nach den Arbeiten des Bureau of Standards mit schätzungsweise ± 0,3 % bei nicht übermäßig verzerrten Netzen anzusetzen ist. Zu diesen beiden Fehlern kommt nun noch der durch die nie ganz zu unterdrückende Krümmung der Fehlerkurve hinzu. Dieser ist bei den heutigen Präzisionszählern der führenden Fabriken ganz wesentlich zurückgedrückt, wie z. B. Abb. 2 zeigt, aus der die Fehlerkurven des Präzisions-

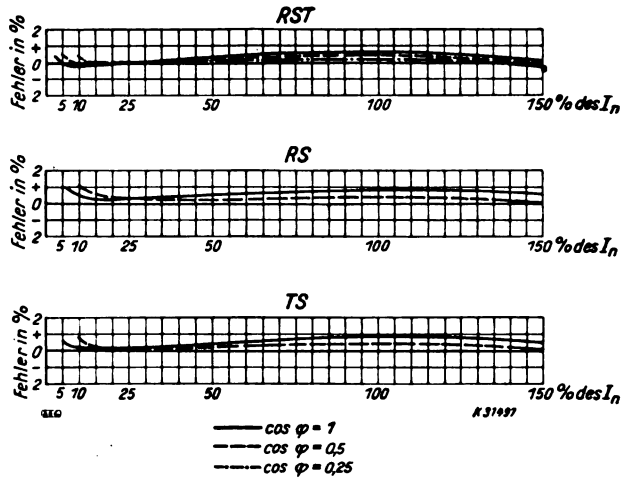


Abb. 2. Fehlerkurven des AEG-Drehstrom-Präzisionszählers Form D08P.

Drehstromzählers Form D08P der AEG ersichtlich sind. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit läßt sich dieser Fehler aber wohl kaum unter ± 0,4 % zwischen 5 % und 150 % des Nennstromes bringen.

Überblickt man also zusammenfassend die hier aufgezeigten hauptsächlichsten Fehlerquellen, Meßfehler, Kurvenverzerrungen und Krümmung der Fehlerkurve, so kommt man zu dem Ergebnis, daß es, bezogen auf den Präzisionszähler in der Installation, keinen Sinn hat, eine größere Meßgenauigkeit zu fordern, als ± 1 % zwischen 5 % und 125 %, allenfalls 150 % des Nennstromes und cos φ = 1. Dabei wäre schon vorausgesetzt, daß nicht alle drei Fehlerquellen gleichzeitig auftreten und daß nicht in der Konstruktion des Zählers weitere Fehlerquellen begründet liegen, wie z. B. Oberwellen in den Flüssen, die die Scheibe durchsetzen. Bei einwandfreier Fabrikation ist dergleichen kaum zu befürchten, da die zur Verwendung gelangenden hochwertigen Dynamobleche derartige Erscheinungen praktisch ausschalten.

Was nun schließlich die Genauigkeit der Zähler im Betriebe, gemessen über längere Zeiten, anbelangt, so geben hohe Drehmomente, die im allgemeinen doppelt so groß wie beim normalen Zähler sind, und häufig zu beobachtende geringe Ankergewichte schon an sich große Gewähr für weitgehende Konstanz in den Angaben. Dazu kommt, daß derartige Zähler in der Regel mit Diamantlager und Zeigerzählwerk, die sich durch praktisch unveränderliche Reibung auszeichnen, ausgeführt werden. Außerdem bewirken sehr kräftig bemessene Bremsmagnete kleine Umlaufsgeschwindigkeiten und damit geringe Lagerabnutzung. Es ist selbstverständlich, daß gerade bei dieser Art Zähler die Magnete auf das sorgfältigste und gewissenhafteste gealtert werden und damit eine weitere Gewähr für dauernd gleichbleibende Angaben bieten. Trotz allem sollte nicht vergessen werden, daß zur weiteren Begrenzung der Fehler eine Nachprüfung in angemessenen Zeitabständen unerläßlich ist.

[1]) ETZ 1935, S. 98/99.

Digitized by Google

Ein neuer 200 MVA-Expansionsschalter Reihe 20.

Von Dipl.-Ing. **Georg Kirch**, Berlin.

I. Überblick. In Deutschland gibt es zahlreiche ausgedehnte Überlandnetze mit einer Betriebspannung von 15 und 20 kV; im europäischen Ausland sind Netze mit 22 kV Betriebspannung stark verbreitet. In beiden Fällen handelt es sich meistens um weitläufige Netze mit verhältnismäßig geringer Leistung, in denen nicht bediente oder von ungeschultem Personal betreute Stationen häufig sind. Es besteht deshalb das Bedürfnis nach einem Leistungschalter, welcher etwa folgenden Anforderungen entspricht: Verwendung eines ölfreien Löschmittels, damit vor allem in nicht bedienten Stationen kein Brand entstehen kann. Einfachster Aufbau, damit die Bedienung ungeschultem Personal anvertraut werden kann. Möglichkeit für Handbetätigung auch dann, wenn Fernantrieb vorgesehen ist, um Eigenbedarfsanlage mit Batterie und Ladeeinrichtung zu ersparen. Abschaltleistung von 200 MVA.

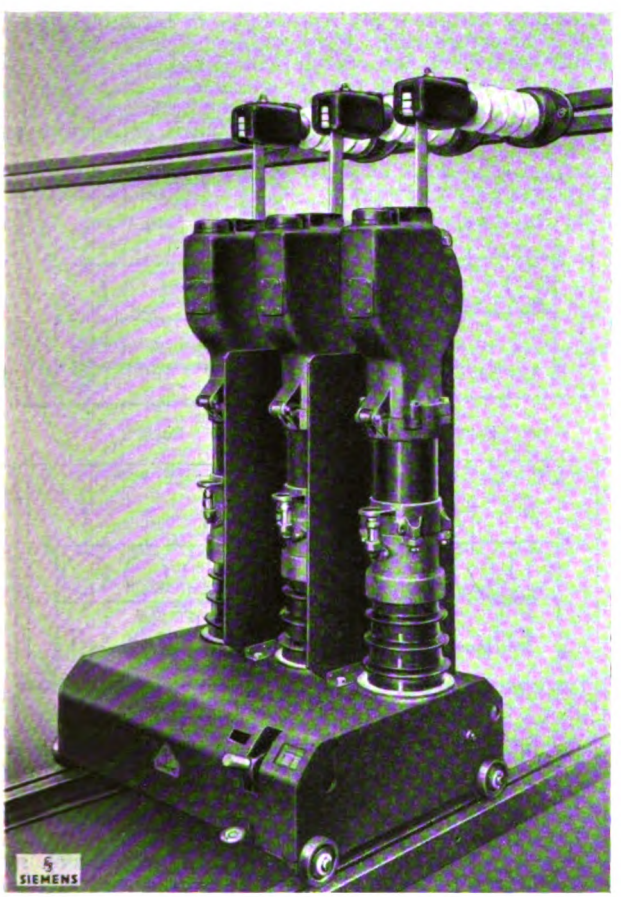
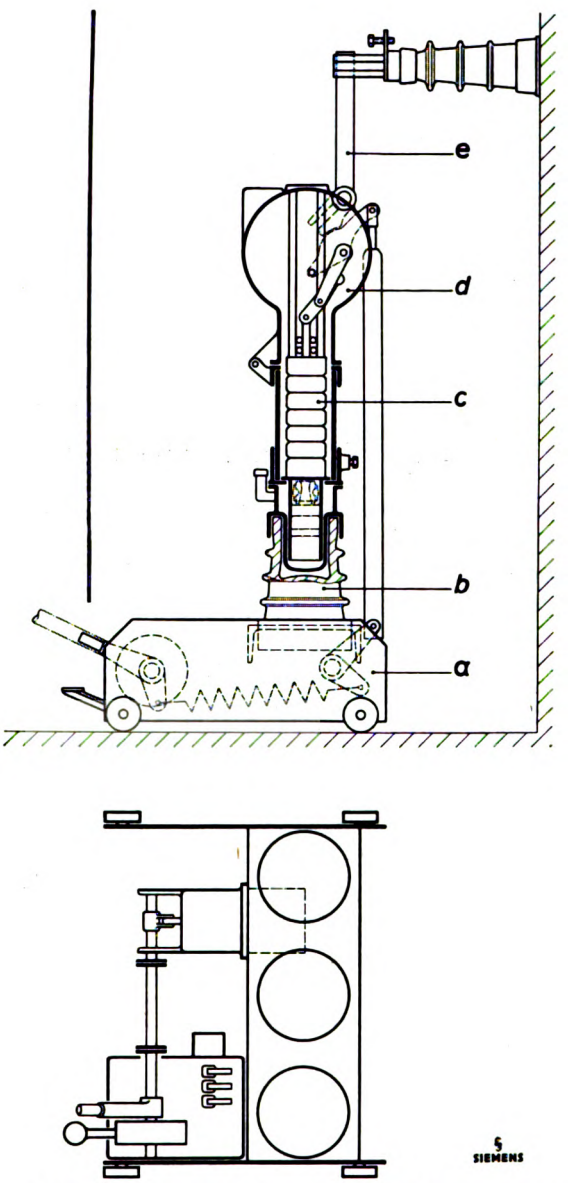


Abb. 1. Expansionsschalter R 624 b/20, 600 A, 200 MVA.

II. Grundsätzlicher Aufbau. Der von den SSW neu geschaffene Schalter R 624 b/20 (Abb. 1), der zu der bewährten Gruppe der Expansionsschalter in Säulenform gehört, zeichnet sich durch einen sehr klaren und einfachen Aufbau aus. Er besteht aus einem fahrbaren Sockel *a*, auf dem Stützisolatoren *b* befestigt sind, welche je Pol eine Expansionskammer *c* mit Kondensationsraum *d* und Trennmesser *e* tragen. Der Sockel (Abb. 2) besteht im wesentlichen aus einem U-Profil, welches zusammen mit den zwei angeschweißten Stahlblechwangen nach der zugänglichen Seite hin einen großen Raum bildet, um den Freilauf, den Federspeicher, die Signal- und Meldeeinrichtungen und die Fernantriebe aufzunehmen. Träger der Schaltsäule ist der Porzellanstützer *b*. Er ist mit Rücksicht auf die Verwendung des Schalters in den durch Gewitterüberspannungen oft stark gefährdeten Freileitungsnetzen reichlich bemessen und schafft eine große Beweglichkeit in der Wahl der Isolation gegen Erde. Ein Wunsch nach höherer Überschlagfestigkeit läßt sich in einfacher Weise durch den Einbau eines höheren Isolators erfüllen. Die Verwendung eines keramischen Werkstoffs bietet Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeit und Verschmutzung.



a Sockel *b* Stützisolator *c* Expansionskammer
d Getriebekopf mit Kondensationsraum *e* Trennmesser

Abb. 2. Schematischer Schnitt und Grundriß des Expansionsschalters R 624 b/20.

Die Expansionskammer *c* besteht aus einer elastischen Dampfkammer, welche das feststehende Schaltstück umschließt, und einer Kondensationskammer, die im wesentlichen durch den die Dampfkammer umfassenden Isolationszylinder gebildet wird. Der Aufbau der Expansionskammer entspricht in allen wesentlichen Punkten der bewährten Kammer des gleichen Schaltertyps für 400 MVA. Der Getriebekopf *d* hat zwei Aufgaben; er dient als wirksame Vergrößerung des Kondensationsraumes und als Flüssigkeitsabscheider, außerdem enthält er das Schaltstiftgetriebe. Durch diesen Aufbau wird eine sehr hohe

Digitized by Google

Spannungsfestigkeit über den geöffneten Schalter erzielt; denn die Lufttrennstrecke allein kann bereits die für Trennschalter vorgeschriebene Überschlagspannung [3,3 $U + 20$] kV halten. In Stationen mit Einfachsammelschienen, welche gerade in Überlandnetzen sehr häufig sind, können die Schalter (wie Abb. 3 zeigt) auch ohne besonderen Trennschalter verwendet werden. Damit ist das Ziehen von Trennschaltern unter Last, welches oft zu schweren Betriebstörungen und Unglücksfällen führt, unmöglich gemacht.

III. Wirkungsweise. Mit Rücksicht auf die Stationen, die von ungeschultem Personal bedient werden, wurde für diesen Schalter ein Handantrieb geschaffen, bei dem es unmöglich ist, Fehler beim Einschalten (zu geringe Einschaltgeschwindigkeit) zu machen. Dies ist dadurch erreicht, daß man mit Hilfe eines aufgesteckten Rohres durch einige Ratschbewegungen den Federantrieb spannt, welcher organisch in den Schalter eingebaut ist. Dieser Rohrhebel wird auf den durch die Gittertür hindurchragenden Hebelstumpf aufgeschoben; die Ratschbewegungen können mit beliebiger Geschwindigkeit ausgeführt werden, so daß die Bedienung auch schwachen Personen keine Schwierigkeiten bereitet, zumal man in der Wahl der Hebellänge volle Freiheit hat. Durch die letzte Ratschbewegung entlädt sich die Einschaltfeder, der Schalter schaltet ein.

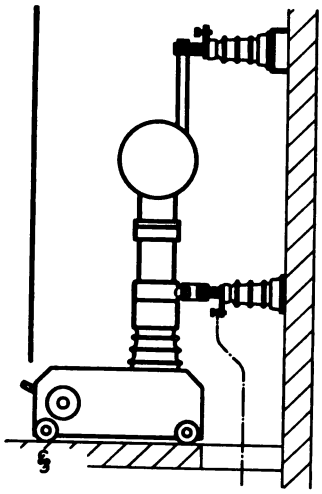


Abb. 3. Einbau des Expansionsschalters R 624 b/20 in Stationen mit Einfachsammelschiene ohne besondere Trennschalter.

Wenn mit dem Schalter synchronisiert werden soll, dann erfolgt der Spannvorgang ebenfalls in der beschriebenen Weise, bis vor dem letzten Hub an der Anzeigevorrichtung das Signal „Gespannt" erscheint; von dieser Zwischenstellung aus läßt sich der Schalter ohne Mühe und schnell einschalten. Der Spann- und Einschaltvorgang bei dem Hebelantrieb auf der Schaltwand vollzieht sich in genau der gleichen Weise. Druckluft- bzw. Motorantrieb schalten in einer für das Synchronisieren ausreichenden Zeit unter gleichzeitigem Spannen der Federn in einem Zuge durch. Die Hintereinanderschaltung von Fernantrieb und Einschaltfeder macht den Schalter in hohem Maße unabhängig von Druckabsenkungen bzw. Spannungsabsenkungen. Viele der jetzt gebräuchlichen Antriebe schalten unter solchen Umständen zu langsam ein. Die Schalter erreichen dabei häufig ihre Ein-Stellung nicht und schalten mit verringerter Geschwindigkeit wieder aus. Solche Fehlschaltungen führen in der Regel zu schweren Betriebstörungen, gegen die man sich nur durch zusätzliche Überwachungs- oder Sperrorgane (z. B. Mindest-Druckventil, Schaltwächter usw.) schützen kann. Die oben geschilderte Anordnung ist frei von diesen Mängeln. Wenn die Spannung z. B. zu weit absinkt oder die Motorsicherung durchbrennt, dann ist der Motor nicht imstande, den Federspeicher voll aufzuziehen, d. h. der Schalter kann nicht einschalten; es kommt aber unter keinen Umständen eine Fehlschaltung vor. Es ist einleuchtend, daß man bei Verwendung dieses Schalters eine Druckluft- oder Hilfspannungsanlage ohne zusätzliche Überwachungsorgane, d. h. einfacher und deshalb sicherer und billiger entwerfen kann. Man kann auf eine unabhängige Hilfsspannung, z. B. eine Batterie, ganz verzichten, auch auf die Gefahr hin, daß bei einem Ausbleiben der Netzspannung die Fernbetätigung durch Motor nicht möglich ist. In all diesen Fällen steht der eingebaute Handantrieb sofort für vollwertige Schaltungen zur Verfügung. Der Schalter wird unmittelbar entweder an der offenen Zellenseite durch Niederdrücken des Fußhebels oder von der Schaltwand aus durch Druckknopfbetätigung über Bowden-Zug ausgeschaltet. Das indirekte Ausschalten ist in bekannter Weise durch Primär- oder Sekundärauslöser möglich.

Da sich das „Bedienen" eines Schalters nicht im Ein- und Ausschalten erschöpft, sondern auch noch die Wartung umfaßt, geben wir nachstehend noch einige Hinweise auf die Vorteile, die der Schalter auch in dieser Hinsicht bietet. Der ganz geschlossene Aufbau schützt alle wichtigen Teile vollkommen gegen Verschmutzung, eine Wartung ist also nicht nötig. Größere Revisionen des Schalterinnern, z. B. nach schweren Kurzschlußabschaltungen, lassen sich schnell und in einfachster Weise durchführen. Man löst die Verschraubung zwischen der Expansionskammer c und dem Getriebekopf d und klappt letzteren um das Scharnier herum nach unten. Alle Aufbauteile der Leistungskammer lassen sich, da sie nur lose aufeinandergestellt sind, leicht herausheben. Nur das Lösen des festen und beweglichen Schaltstückes erfordert normales Werkzeug. Der gesamte Niederspannungsteil, der Freilauf mit Federspeicher und die Fernantriebe, liegen nach Entfernen der gemeinsamen Abdeckung offen und für jede Kontrolle leicht zugänglich vor dem Bedienenden.

IV. Einbaumöglichkeiten und Antriebsformen. Die Skizzen in Abb. 4 zeigen im Grundriß die typischen Einbauweisen dieses Schalters. Man erkennt, daß die Schalter in allen vier Fällen gut zugänglich sind. Form 1 zeigt Handantrieb an der offenen Zellenseite, Form 2 Handantrieb auf der Schaltwand, Form 3 Druckluftantrieb, Form 4 Motorantrieb. In kleinen einfachen Stationen, in denen meistens nur Zugänglichkeit von einer Seite in Frage kommt, wird die Form 1 ausschließlich zur Anwendung kommen; als Antriebsorgan ist ein aufsteckbares Rohr erforderlich. Form 2 eignet sich für Stationen, die außerdem einen besonderen Bedienungsgang haben. Die Formen 3 und 4 sind für ferngesteuerte Stationen bestimmt, wobei es gleichgültig ist, ob die Betätigungschalter auf der Schaltwand oder an der offenen Zellenseite an-

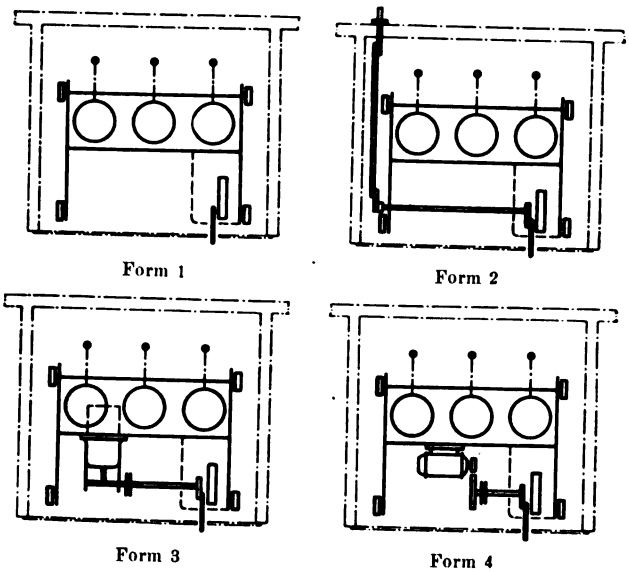


Abb. 4. Einbauformen und Antriebsarten des Expansionsschalters R 624 b/20.

gebracht werden. Die Formen 2, 3 und 4 entstehen aus der Grundform 1 durch Hinzufügen der entsprechenden Antriebsorgane. Mit diesen vier Formen lassen sich alle Einbauwünsche erfüllen; es besteht keine Notwendigkeit, neue Einbauformen zu schaffen, was sowohl im Interesse der wirtschaftlichen Fertigung als auch der Einheitlichkeit und Typenverminderung wertvoll ist.

Diese kurze Schilderung zeigt, daß es nicht mehr notwendig ist, einen Fernantrieb auf die Schaltwand zu setzen; man spart auf der Wand wertvollen Platz, der für Meßinstrumente, Relais, Leuchtschaltbilder usw. gebraucht wird. Alle Beanspruchungen durch Fernantrieb werden in dem Schaltergestell kraftschlüssig aufgenommen, und die Zellenwände dienen nur ihrem eigentlichen Zweck, dem Berührungschutz und der Trennung benachbarter Stromkreise. Ein weiterer Vorzug dieser geschlossenen Bauweise besteht darin, daß der Schalter im Werk zusammengebaut und geprüft wird und somit in der Anlage ein Minimum an Montagearbeit erfordert.

Digitized by Google

Ein einfaches Auswertungsverfahren für die Aufnahme der Drehmomentlinien von Asynchronmotoren mit geeichten Gleichstrommaschinen.

Von Dipl.-Ing. **Hans Rahmann**, Mannheim.

I. Die übliche Auswertung nach dem Einzelverlustverfahren.

Der zu untersuchende Asynchronmotor wird mit einer geeichten fremderregten Gleichstrommaschine mechanisch gekuppelt (Abb. 1).

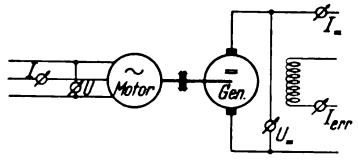


Abb. 1. Prinzip-Schaltbild zur Bestimmung der Drehmomentlinien.

Im folgenden bedeuten:

n wirkliche Drehzahl des Asynchronmotors,
n_s synchrone Drehzahl des Asynchronmotors,
M'_d das vom Asynchronmotor an die Kupplung abgegebene Drehmoment (Nutzdrehmoment),
N_1 aufgenommene Leistung,
N_2 an die Kupplung abgegebene Leistung,
N_v Verlustleistung:
N_{fe} Eisen-, N_{cu} Kupfer-, N_{zus} Zusatz-, $N_{bü}$ Bürstenübergangs-, N_ϱ Reibungsverluste,
U Klemmenspannung,
E innere EMK,
Index $\sim$: Asynchronmotor,
Index $=$: Gleichstrommaschine.

Um den Motor nicht zu stark zu erwärmen, wird $U_\sim$ zu etwa zwei Drittel von $U_{\sim nenn}$ gewählt und das Drehmoment dann auf Nennspannung umgerechnet mit Hilfe der Gleichung:

$$M_d = M'_d \left(\frac{U_{\sim nenn}}{U_\sim}\right)^2.$$

Die Errechnung des vom Asynchronmotor abgegebenen Nutzdrehmomentes geht aus von der Gleichung:

$$M'_d \left[= 0{,}975 \frac{N_{2\sim}}{n}\right] = 0{,}975 \frac{N_{1=}}{n}.$$

[N. B.: Die Auswertung mit Hilfe der Beziehung

$$M'_d = \frac{0{,}975\, N_{12}}{n_s} - \frac{0{,}975 \cdot N_\varrho}{n},$$

wobei N_{12} = Luftspaltleistung des Asynchronmotors

$$= N_{1\sim} - N_{cu_1} - N_{fe_1} - N_{zus_1},$$

ist nicht möglich, weil dabei der Einfluß der Oberwellen nicht berücksichtigt wird.]

Es ist:

$$N_{1=} = N_{2=} + \Sigma N_{v=}$$
$$N_{2=} = U_= I_=$$

und bei Fremderregung:

$$\Sigma N_{v=} = N_0 + N_{cu_a} + N_{bü} + N_{zus}$$

$N_0 = N_\varrho + N_{fe}$ aus den Eichkurven der Gleichstrommaschine zu I_{err} und n,

$N_{cu_a} = I_=^2 R_a$ (einschl. Wendepole usw.),

$N_{bü} = 2\,\text{Volt}\, I_=$ (nach R.E.M. § 61; 2),

$$N_{zus} = \frac{p}{100}\left(\frac{I_=}{I_{=nenn}}\right)^2 \left(\frac{n_=}{n_{=nenn}}\right)^2 N_{1nenn}, \text{ wobei}$$

$p = 1$ für Maschinen ohne Kompensationswicklung,
$p = 0{,}5$ „ „ mit „
(nach R.E.M. § 63; 1, 2).

Es ist also:

$$M'_d = 0{,}975 \frac{U_= I_= + \Sigma N_{v=}}{n}$$

$$M'_d = 0{,}975 \frac{U_= I_= + N_0 + N_{cu_a} + N_{bü} + N_{zus}}{n}. \quad (1)$$

Zur Berechnung von M'_d sind also jeweils 5 Einzelposten zu errechnen. Im folgenden wird eine wesentlich einfachere Auswertungsgleichung abgeleitet, die bei kompensierten Gleichstrommaschinen und solchen mit geringer Ankerrückwirkung gleichzeitig genauere Ergebnisse liefert (über die Genauigkeit vgl. Abschnitt VI).

II. Ableitung einer einfachen Auswertungsgleichung.

Bei Gleichstromgeneratoren ist:

$$U_= = E - I_= R_a - 2\,\text{Volt} - E_a, \quad (2)$$

wobei:

E die bei Leerlauf von I_{err} erzeugte „innere EMK", die **bei konstantem Erregerstrom** der Drehzahl proportional ist: $E = k_1 n$.
$I_= R_a$ der Spannungsabfall in der Ankerwicklung einschl. Wendepole usw.,
2 Volt der Spannungsabfall an den Bürsten,
E_a der Spannungsabfall infolge der Ankerrückwirkung (Verminderung des wirksamen Erregerfeldes durch das Ankerfeld).

Durch Einsetzen von Gl. (2) in (1) fallen die Kupfer- und Bürstenübergangsverluste heraus, und es wird:

$$M'_d = 0{,}975 \cdot k_1 I_= + \frac{0{,}975 \cdot N_0}{n} + \frac{0{,}975\,(N_{zus} - E_a I_=)}{n}. \quad (3)$$

Setzt man $E_a I_= \approx N_{zus}$ (über die möglichen Abweichungen vgl. Abschnitt VI), so erhält man die einfache Gleichung:

$$M'_d = 0{,}975 \cdot k_1 I_= + \frac{0{,}975 \cdot N_0}{n}, \quad (4)$$

oder

$$M'_d = k_2 I_= + \frac{0{,}975 \cdot N_0}{n}. \quad (5)$$

Für negative Drehzahlen des Asynchronmotors (Gegenstrombremsung) läßt sich eine ähnliche Gleichung entwickeln. Die Gleichstrommaschine arbeitet jetzt ebenfalls als Motor, so daß das von ihr auf den Asynchronmotor übertragene Drehmoment

$$M'_d = 0{,}975 \cdot \frac{N_{2=}}{n},$$

also

$$= 0{,}975 \cdot \frac{U_= I_= - \Sigma N_{v=}}{n}$$

ist, wobei

$$U_= = E + I_= R_a + 2\,\text{Volt} + E_a. \quad (6)$$

Setzt man wieder $N_{zus} \approx E_a I_=$, so wird

$$M'_d = 0{,}975 \cdot k_1 I_= - \frac{0{,}975 \cdot N_0}{n}.$$

Diese Gleichung unterscheidet sich von Gl. (4) nur durch das Vorzeichen, so daß sich das Drehmoment angeben läßt zu

$$M'_d = 0{,}975 \cdot k_1 I_= + \frac{0{,}975 \cdot N_0}{\pm n} \quad (7)$$

oder

$$M'_d = k_2 I_= + \frac{0{,}975 \cdot N_0}{\pm n}, \quad (8)$$

wobei $+n$ zu setzen ist, wenn sich der Motor im Sinne des Drehfeldes dreht, und $-n$ bei entgegengesetzter Drehrichtung (Gegenstrombremsung). Die Konstanten k_1 und k_2 ermittelt man für einen bestimmten Erregerstrom am einfachsten aus der Messung einer Leerlaufspannung zu:

$$k_1 = \frac{E}{n} \quad (9)$$

und

$$k_2 = 0{,}975 \cdot k_1. \quad (10)$$

Digitized by Google

III. Praktische Durchführung des Anlaufversuchs.

Zur Aufnahme der Drehmomentlinie genügen folgende Messungen:

am Asynchronmotor:

1. Spannung U,
2. Strom in einer Phase I (zur Kontrolle),
3. Drehzahl n;

an der Gleichstrommaschine:

4. Ankerstrom $I_{=}$,
5. Spannung $U_{=}$ (einmalige Ablesung zur Ermittlung von k_1),
6. Erregerstrom I_{err}.

Die Konstante k_1 ist nur von der Erregung der Gleichstrommaschine abhängig; man erzielt daher eine erhebliche Zeitersparnis, wenn man I_{err} während des ganzen Versuchs konstant hält. Um den günstigsten Erregerstrom zu ermitteln, läßt man zu Beginn des Versuchs den Maschinensatz von der Drehstromseite her mit annähernd synchroner Drehzahl laufen und stellt die Erregung des Gleichstromgenerators so ein, daß man mit der erzeugten EMK auf andere Gleichstrommaschinen oder auf Widerstände zurückarbeiten kann. Dieser Erregerstrom wird während des ganzen Versuchs möglichst konstant gehalten.

Während der Aufnahme der Anlaufkennlinien zeichnet man zweckmäßig sofort für jeden Punkt $I_{=} = f(n)$ auf. Diese Kurve ist bei konstantem Erregerstrom der wirklichen M_d-Linie fast genau proportional, so daß man sehr gut erkennen kann, in welchen Bereichen eine größere Anzahl Meßpunkte erwünscht ist (z. B. Kippmoment, kleinstes Moment).

Um die Momentenlinie für $n \approx 0$ möglichst genau interpolieren zu können, nimmt man auch für negative Drehzahlen (Gegenstrombremsung) zwei oder drei Punkte auf, und zwar im Bereich von $0 < n < 0{,}1\, n_s$. Man vertauscht dabei am besten zwei Phasen des Asynchronmotors; das Vertauschen der Anschlüsse der Erregerwicklung oder des Ankers der Gleichstrommaschine ist unzweckmäßig, da die Bürsten dann kippen.

Danach wird der Maschinensatz wieder von der Drehstromseite aus angetrieben, der Ankerkreis der Gleichstrommaschine abgeschaltet und für die benutzten Erregerströme die Leerlaufspannung, also die innere EMK, abgelesen. Es ist dann jeweils

$$k_1 = E/n_s, \text{ wobei } E \text{ in Volt, } n_s \text{ in U/min,} \tag{9}$$

$$k_2 = 0{,}975 \cdot k_1 \tag{10}$$

und

$$M'_d = k_2 I_{=} + \frac{0{,}975 \cdot N_0}{\pm n}, \tag{8}$$

wobei $I_{=}$ in A, $N_0 = N_{fe} + N_{\varrho}$ in W aus den Eichkurven der Gleichstrommaschine zu n und I_{err}, M'_d in mkg einzusetzen sind. Bei der Bestimmung von k_1 und k_2 kann eine neue Fehlerquelle dadurch entstehen, daß nach Ändern des Erregerstromes und Zurückregelung auf den alten Wert die EMK nicht mehr die gleiche ist, da die Remanenz sich geändert hat. Um dies zu vermeiden, nimmt man vor jeder größeren Änderung des Erregerstroms die Leerlaufspannung auf (soweit solche Änderungen überhaupt erforderlich werden), und arbeitet bei möglichst hoher Sättigung, so daß kleinere Änderungen des Erregerstromes die EMK nur unwesentlich beeinflussen.

Das Losbrechmoment kann man durch eine mechanische Messung mit der Federwaage ermitteln. Es empfiehlt sich dabei, $M_d = f(U_{\sim})$ aufzunehmen, die Kurve $\sqrt{M_d} = f(U_{\sim})$ zu zeichnen und mit Hilfe der sich dabei ergebenden Geraden auf die Nennspannung zu extrapolieren. Hierbei ist zu beachten, daß das Drehmoment im Stillstand von der gegenseitigen Stellung von Ständer- und Läuferzähnen abhängt, daß man also möglichst aus mehreren Messungen bei verschiedenen Läuferstellungen den Mittelwert nehmen muß.

IV. Die praktische Auswertung der Messungen.

Das Prinzip der vereinfachten Auswertung wurde unter III bereits angegeben. Das tatsächliche Moment M'_d muß dann noch auf Nennspannung umgerechnet werden mit Hilfe der Gleichung

$$M_d = M'_d \left(\frac{U_{\sim nenn}}{U_{\sim}} \right)^2. \tag{11}$$

Wird die Konstante k' des Amperemeters für $I_{=}$ in größeren Drehzahlbereichen nicht geändert, so kann sie in die Konstante k_2 einbezogen werden. Es ist dann:

$$I_{=\text{Amp}} = k' I_{=\text{Ablesung}},$$

$$k'_2 = 0{,}975 \cdot k_1 k'$$

$$M'_d = k'_2 I_{=\text{Abl}} + \frac{0{,}975 \cdot N_0}{\pm n}.$$

Sind zur Belastung des Asynchronmotors zwei Gleichstrommaschinen erforderlich, die von verschiedener Type und Größe sein können, so schaltet man sie in Reihe und hält die einmal (unabhängig voneinander) eingestellten Erregerströme beider Maschinen konstant. Dann setzt man in Gl. (6) und (7) als E die Gesamt-EMK der hintereinander geschalteten Maschinen ein und erhält das Drehmoment zu:

$$M'_d = k_2 I_{=} + \frac{0{,}975\,(N_{0I} + N_{0II})}{\pm n},$$

wobei N_{0I} bzw. N_{0II} den Eichkurven der beiden Maschinen zu n und I_{err_I} bzw. $I_{err_{II}}$ zu entnehmen sind.

Häufig kann man mehrere Asynchronmotoren mit derselben Gleichstrommaschine und dem gleichen Erregerstrom bremsen. Es ist dann zweckmäßig, für diesen Erregerstrom das Leerlaufdrehmoment der Gleichstrommaschine $M_{=0} = \frac{0{,}975 \cdot N_0}{n_{=}}$ in Abhängigkeit von $n_{=}$ aufzutragen; man kann dann $M_{=0}$ sofort zu n ablesen und erhält

$$M'_d = k_2 I_{=} \pm M_{=0}.$$

Dies letztere Verfahren ist jedoch nur anwendbar, wenn Asynchronmotor und Gleichstrommaschine direkt, d. h. ohne Getriebe oder Riemenantrieb, gekuppelt sind. Bei Verwendung einer solchen Übersetzung, deren Wirkungsgrad η_t für alle Leistungen gleich angenommen wird und bekannt sein muß, ergibt sich folgende Auswertungsgleichung:

$$M'_d = \frac{1}{\eta_t} \left(k_2 I_{=} + \frac{0{,}975 \cdot N_0}{\pm n} \right),$$

wobei $k_2 = 0{,}975 \cdot \frac{E}{n_s}$ und n die Drehzahl des Asynchronmotors ist.

V. Weitere Vereinfachungen.

Ist unter Verzicht auf „größtmögliche" Genauigkeit eine sehr schnelle Auswertung erwünscht, so sind noch zwei weitere Vereinfachungen möglich:

a) In Gl. (8) setzt sich das Drehmoment aus zwei Gliedern zusammen. Wenn das zweite $\left(\frac{0{,}975\, N_0}{n}\right)$ dem Strom $I_{=}$ proportional wäre, so könnte diese Gleichung noch vereinfacht werden. An sich stehen N_0 und $I_{=}$ in keiner direkten Abhängigkeit; diese entsteht erst durch die Drehmomentlinie. Setzt man das Drehmoment in erster Annäherung dem Strom $I_{=}$ proportional [siehe Gl. (12)], und nimmt man die Drehmomentlinie als Gerade an (was wenigstens in gewissen Bereichen möglich ist), so wird

$$I_{=} = c_1 + c_2 n.$$

Die Leerlaufverluste können dargestellt werden als

$$N_0 = c_3 n + c_4 n^2.$$

Danach ist das Leerlauf-Drehmoment der Gleichstrommaschine

$$M_{=0} = 0{,}975 \frac{c_3 n + c_4 n^2}{n} = 0{,}975\,(c_3 + c_4 n)$$

und das Verhältnis

$$\frac{M_{=0}}{I_{=}} = 0{,}975 \frac{c_3 + c_4 n}{c_1 + c_2 n},$$

für $\frac{c_1}{c_3} = \frac{c_2}{c_4} = k''$ (Sonderfall!) wird

$$\frac{M_{=0}}{I_{=}} = 0{,}975 \frac{c_3 + c_4 n}{c_3 k'' + c_4 k'' n} = \frac{0{,}975}{k''},$$

also

$$M_{=0} = \frac{0{,}975}{k''} I_{=}$$

Digitized by Google

und

$$M'_d = 0{,}975\, k_1 I_{=} \pm \frac{0{,}975}{k''} I_{=}$$

oder

$$M'_d = k_3 I_{=}, \qquad (12)$$

wobei k_3 für positive und negative Drehzahlen verschieden ist.

Diese Gleichung gilt streng nur für geradlinige Drehmoment-Kennlinie und den Sonderfall $c_1 : c_3 = c_2 : c_4$. Die Abweichungen hiervon sind meist sehr erheblich, so daß die Größe k'' um ± 50 % ihres Mittelwertes schwanken kann. Da die Leerlaufverluste aber nur einen Bruchteil der Nutzleistung ausmachen, so betragen die Fehler z. B. bei einem Anteil der Leerlaufverluste von 10 % nur noch 5 %. Vorstehende Vereinfachung kommt also in erster Linie in Betracht, wenn das Verhältnis der Leerlaufverluste zur Nutzleistung sehr klein ist.

b) Im allgemeinen läßt sich die Spannung am Asynchronmotor im Laufe des Versuches ziemlich konstant halten, so daß man die quadratische Umrechnung des Drehmomentes auf Nennspannung ebenfalls in die Konstante k_3 einbeziehen kann [aus Gl. (12)]:

$$M_d = M'_d \left(\frac{U_{\sim \text{nenn}}}{U_{\sim}}\right)^2 = k_3 \left(\frac{U_{\sim \text{nenn}}}{U_{\sim}}\right)^2 I_{=}$$

$$M_d = k_4 I_{=}. \qquad (13)$$

Die Auswertung geschieht dann so, daß man für einige Punkte das Drehmoment M_d für Nennspannung nach den Gl. (8), (10) und (11) bestimmt, daraus die „Konstante" $k_4 = M_d / I_{=}$ errechnet und mit dem Mittelwert davon (die Abweichungen von diesem geben gleichzeitig ein Maß für den Fehler!) die übrigen Punkte nach Gl. (13) auswertet; für positive und negative Drehzahlen erhält man wieder verschiedene Werte für k_4. Das kleinste und das Kippmoment sind immer zur Kontrolle genau zu errechnen.

VI. Die Genauigkeit der Drehmomentbestimmung.

Außer den normalen Meßfehlern (Ablesefehler, Instrumentenfehler, Beeinflussung durch Fremdfelder usw.) kommen in erster Linie noch folgende im Meßverfahren begründete Fehlerquellen in Betracht:

1. Bei der Aufnahme der Drehmomentlinie läuft der Motor längere Zeit mit kleiner Drehzahl, wodurch der Läufer sich stark erwärmt und das Drehmoment höher wird als beim normalen betrieblichen Anlauf. Der dadurch entstehende Fehler ist unvermeidbar und dürfte etwa + 2 bis + 7 % (bezogen auf M_d) betragen.
2. Die quadratische Umrechnung des Drehmoments auf Nennspannung ergibt je nach der Sättigung des Motors Fehler von — 10 bis — 30 %. Sie sind dadurch vermeidbar, daß man den Versuch bei Nennspannung durchführt (s. unten).

Zu diesen vom Asynchronmotor herrührenden Fehlerquellen kommen von der Gleichstromseite her noch folgende:

a) bei Auswertung nach dem Einzelverlustverfahren:

3. Die Temperatur der Ankerwicklung der Gleichstrommaschine ist nicht bekannt. Schätzt man sie z. B. um ± 20 ° C falsch, so überträgt sich bei niedriger Drehzahl der entstehende Fehler von ± 8 % fast in voller Höhe auf das Drehmoment. Durch fortlaufende Überwachung der Temperatur der Ankerwicklung könnte dieser Fehler vermieden werden.
4. Die Übergangsverluste an den Bürsten und
5. die Zusatzverluste werden nach den R.E.M. auf Grund von Annahmen errechnet. Die Fehlerquelle 4 stört wieder besonders im Anlaufbereich, wo $U_{\ddot{u}} \approx U$ ist; der Fehler 5 dürfte in allen praktischen Fällen kleiner als 1 % (bezogen auf das Drehmoment) sein.

b) bei Auswertung nach Gl. (8).

Die Fehlerquellen 3, 4 und 5 fallen fort. Dafür tritt ein neuer Fehler dadurch auf, daß

6. $E_a I_{=} \neq N_{\text{zus}}$ ist; er beträgt, bezogen auf M_d, bei kompensierten Maschinen etwa + 2 bis + 3 %, bei den anderen Typen (mit Ausnahme überkompoundierter Maschinen) etwa + 5 bis + 12 %, ist also bei kompensierten Maschinen und solchen mit geringer Ankerrückwirkung kleiner als die Fehler 3 bis 5 des Einzelverlustverfahrens. Da er das umgekehrte Vorzeichen wie der größere Fehler 2 hat, so hebt er diesen zum Teil wieder auf.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

I. Die größte Fehlerquelle ist die quadratische Umrechnung des Drehmoments auf Nennspannung. Für genaue Messungen muß der Versuch — unter Einhaltung entsprechend langer Kühlpausen — bei Nennspannung durchgeführt werden.

II. Die Auswertung nach dem umständlichen Einzelverlustverfahren lohnt sich nur, wenn der Versuch bei Nennspannung durchgeführt wird und die zur Bremsung verwandte Gleichstrommaschine nicht oder zu ungenau kompensiert ist.

III. In allen andern Fällen ergibt die Auswertung nach Gl. (8) und (11) nicht nur eine erhebliche Zeitersparnis, sondern auch eine größere Genauigkeit.

Ein Hochspannungs-Prüffeld in Dänemark.

Von **H. Heyne** und **W. Reiche**, Dresden.

Ein Auftrag auf Einrichtung eines Hochspannungs-Prüffeldes seitens der Porzellanfabrik Norden, Kopenhagen-Valby, bot Gelegenheit zur Entwicklung neuartiger Konstruktionen auf dem Gebiete der Hochspannungs-Prüfanlagen. Hierüber soll im nachstehenden berichtet werden.

Maßgebend war der Wunsch des Auftraggebers, über alle Hochspannungsarten verfügen zu können, die nach heutigen Anschauungen für die gründliche Prüfung von Porzellanisolatoren benötigt werden. Leistung und Spannung der einzelnen Anlageteile sollten so hoch getrieben werden, wie es einesteils durch die gestellte Aufgabe, andernteils durch wirtschaftliche und technische Grenzen geboten war. Hiernach sind folgende Einrichtungen entworfen worden:

1. Ein Transformatorensatz für die Erzeugung von Wechselspannung von 50 Hz bis 1,5 Mill V_{eff} gegen Erde bei einer Leistung von 900 kVA, nebst zugehörigem Motorgenerator.
2. Eine Hochfrequenzanlage für Spannungen bis 1 Mill V_{max} gegen Erde bei einer Frequenz von 60 000 bis 80 000 Hz.
3. Eine Stoßprüfanlage für Spannungen bis 2,25 Mill V_{max} gegen Erde.
4. Ein Massenprüffeld zur Durchführung von Bottichprüfungen bis 166 000 V_{eff} bei einer Leistung von 30 kVA und 50 Hz.

Hinzu traten die weiterhin erforderlichen Schalt-, Regel- und Meßeinrichtungen.

Der Hochspannungs-Transformatorensatz besteht aus zwei Einheiten für je 750 kV, 450 kVA, von denen bisher erst ein Transformator errichtet worden ist. Er hat eine neuartige Gestalt erhalten (Abb. 1). In Rücksicht auf

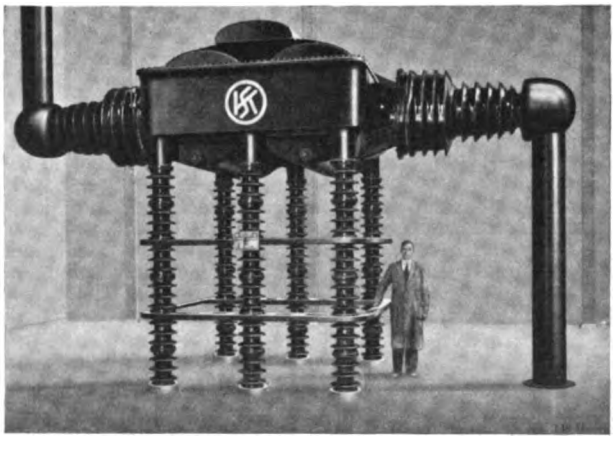


Abb. 1. Prüftransformator für 750 kV, 450 kVA.

Digitized by Google

sehr beträchtliche Transportschwierigkeiten galt es, ein Maximum an Betriebsicherheit bei einem Minimum an Gewicht zu erreichen. Der Transformator wiegt mit Öl und Durchführungen betriebsfertig nur 15,8 t. Das Gehäuse ist zur weitgehenden Ersparnis an Öl genau dem inneren Aufbau angepaßt. Auf den beiden Schenkeln eines liegenden rechteckigen Kernes ist je eine Wicklung für 375 kV angeordnet. Größte Überspannungsicherheit ist erreicht durch einlagige Bewicklung einer größeren Anzahl von Hartpapierzylindern. Je ein Ende der beiden Wicklungen ist mit dem Kern verbunden. Die beiden anderen Wicklungsenden werden seitwärts herausgeführt. Die eine Durchführung kann an Erde gelegt werden, wie es die Abbildung zeigt. Dann ergibt sich an der anderen Durchführung eine Spannung von 750 kV gegen Erde. Da hierbei Kern und Gehäuse ein Potential von 375 kV annehmen, ist der Transformator für diesen Betrag gegen Erde zu isolieren. Er ruht auf sechs Porzellansäulen.

Eine Schubwicklung, die unmittelbar auf beiden Schenkeln liegt, dient zur Streuungsverminderung. Die gleiche Schubwicklung kann auch als Erregerwicklung Verwendung finden, wobei Kern und Gehäuse geerdet werden und die Hochspannung zwischen den Klemmen symmetrisch gegen Erde liegt. Der Transformator ist so bemessen, daß er die volle Leistung sowohl bei Nennspannung 750 kV als auch bei der halben Nennspannung, also 375 kV, abzugeben vermag.

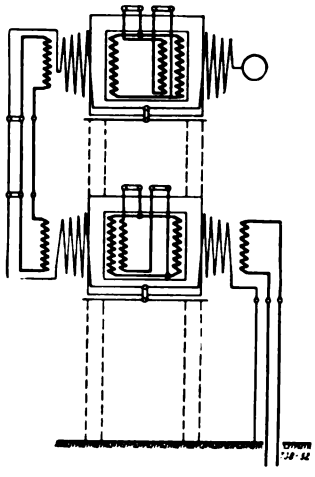


Abb. 2. Schaltung des vollständigen Transformatorensatzes für 1,5 Mill V_{eff}, 900 kVA.

Später kann durch Hinzulieferung eines zweiten Transformators ein vollständiger Satz in Kaskadenschaltung geschaffen werden, der die Erzeugung von 1,5 Mill V_{eff} gegen Erde bei einer Leistung von 900 kVA gestattet. Beide Transformatoren werden übereinandergestellt, wobei zur gegenseitigen Isolierung wiederum Säulen aus Porzellanstützern dienen (Abb. 2).

Die Kurzschlußspannung des einzelnen Transformators beträgt 2 % bei Speisung von der Schubwicklung bzw. 8 % bei Speisung von der Primärwicklung. Für den vollständigen Satz aus 2 Transformatoren wird die Kurzschlußspannung etwa 25 % betragen, bezogen auf die doppelte Leistung eines einzelnen Transformators, also 900 kVA, und bei Speisung des Satzes von der Primärwicklung des unteren Transformators.

Die Hochfrequenzanlage besteht in der üblichen Weise aus zwei Schwingungskreisen, die durch einen Teslatransformator gekoppelt sind. Es bot beträchtliche Schwierigkeiten, die verlangte hohe Frequenz zugleich mit der Spannung von 1 Mill V_{max} gegen Erde zu erreichen und dabei noch dem Leistungsbedarf des Prüfobjektes und der Meßfunkenstrecke zu genügen. Die Forderung konnte nur durch weitgehende Verminderung der Selbstinduktion in beiden Kreisen erfüllt werden. Als erschwerender Umstand kam hinzu, daß bei höheren Spannungen überaus starke und weitreichende Entladungen auftreten, die zwar ungemein wirkungsvoll aussehen (Abb. 3), aber durch ihren Energiebedarf spannungsvermindernd wirken. Hier ließ sich durch entsprechende Abschirmungen Abhilfe schaffen.

Die Stoßprüfanlage bedient sich der bekannten Anordnung von Marx zur Spannungsvervielfachung, wobei durch eine geeignete Schaltung bereits zuvor eine Verdoppelung der Ladespannung erreicht wird. Eine Batterie von 16 Kondensatoren ist aufgeteilt in 8 Paare, die gemeinsam über Wasserwiderstände aufgeladen werden.

Durch Hintereinanderschaltung aller 8 Paare mit Hilfe von Schaltfunkenstrecken entsteht zwischen den Enden der gesamten Batterie eine Stoßspannung von 2,25 Mill V_{max}.

Der Aufbau der Stoßprüfanlage erfolgte unter dem Gesichtspunkt, eine möglichst hohe Spannung auf einer möglichst kleinen Grundfläche unterzubringen. Drei Hartpapiersäulen tragen die ganze Anlage (Abb. 4). Das Fundament bedeckt eine Fläche von nur etwa 5 m^2.

Der Speisetransformator, der übrigens auch für die Hochfrequenzanlage Verwendung findet, ist in der sogenannten „Türmchen-Bauart" ausgeführt worden, bei der das zylindrische Gehäuse nicht aus Metall, sondern aus Hartpapier besteht. Besondere Hochspannungsdurchführungen sind entbehrlich. Die metallene Abschlußhaube ist gleichzeitig als Ölausdehnungsgefäß ausgebildet. Somit ist auch bei diesem Transformator ein Mindestmaß an Abmessungen und Gewicht erreicht worden. Im gleichen Gehäuse befindet sich noch ein Isoliertransformator, der mit Rücksicht auf die Spannungsverdopplung während des Ladevorganges erforderlich ist. Zur Gleichrichtung wurde ein mechanischer Nadelgleichrichter gewählt, der sich ausgezeichnet für den rauhen fabrikmäßigen Betrieb eignet und der zugleich durch eine fernbetätigte Statorverstellung am Antriebsmotor eine sehr bequeme Spannungsregelung ermöglicht.

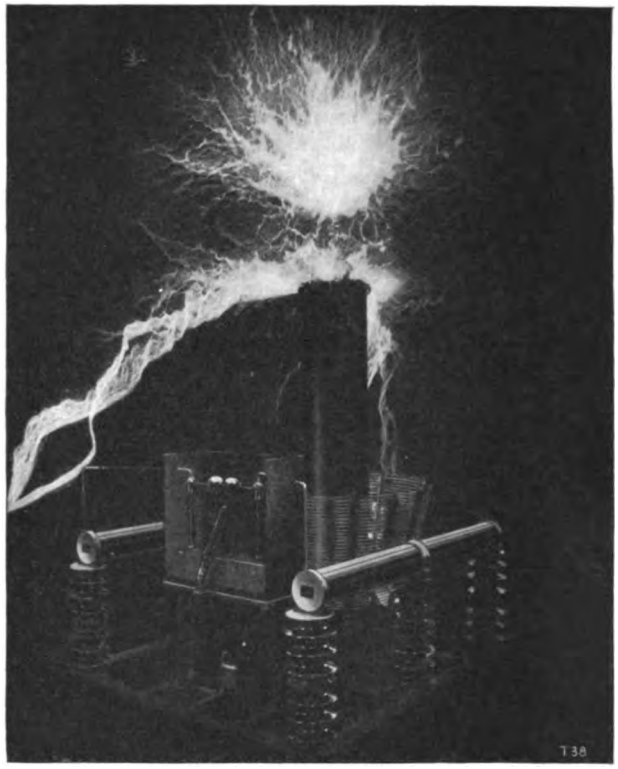


Abb. 3. Hochfrequenz-Prüfanlage, 1 Mill V_{max}.

Zur Spannungsmessung sind Kugelfunkenstrecken vorgesehen. Die größere mit Kugeln von 1500 mm Durchmesser steht unmittelbar auf der Stoßprüfanlage (Abb. 4). Die kleinere mit Kugeln von 1000 mm Durchmesser befindet sich zwischen Hochfrequenzanlage und Prüftransformator und kann wechselweise für beide Verwendung finden. Im späteren Ausbau soll diese Funkenstrecke ganz der Hochfrequenzanlage verbleiben, während der Prüftransformatorensatz für 1,5 Mill V_{eff} eine eigene Funkenstrecke mit Kugeln von 2000 mm Durchmesser erhält.

Sämtliche Funkenstrecken, auch die Schaltfunkenstrecken der Stoßprüfanlage, sind mit motorischem Antrieb und Fernsteuerung vom Hauptbedienungspult aus versehen. Zur Ablesung des Kugelabstandes besitzt jede Meßfunkenstrecke eine große beleuchtete Skala in Uhrform mit 2 Zeigern. Die Zeigerstellungen werden durch eine elektromagnetische Fernmeßanlage, aus Geber und Empfänger bestehend, auf Geräte mit gleichartigen Skalen im Schaltpult übertragen. Hier nehmen diese Anzeigevorrichtungen keinen größeren Raum ein, als ein elektrisches Meßgerät. Eine solche Einrichtung hat sich als ungemein brauchbar erwiesen. Der Bedienende hat die wichtigsten Angaben (Spannung, Strom und Kugelabstand) unmittelbar und nebeneinander vor Augen und kann danach seine Maßnahmen treffen, ohne erst aufblicken und suchen zu müssen.

Die geerdete Kugel der Meßfunkenstrecke für den Prüftransformator ist mit einem isolierten Meßkreisausschnitt versehen, von dem aus durch eine besondere kapazitätsarme Leitung der Ladestrom der Funkenstrecke einer Scheitelwert-Meßeinrichtung zugeführt wird. In dieser wird der Ladestrom durch Elektronenröhren gleichgerichtet, und es wird die positive Halbwelle über ein Drehspul-

Digitized by Google

instrument, die negative Halbwelle unmittelbar zur Erde abgeleitet. Der Ausschlag des Meßgerätes ist dem Scheitelwert der Wechselspannung proportional. Aus der Kapazität zwischen der isolierten spannungführenden Kugel und dem Meßkreisausschnitt der geerdeten Kugel sowie aus den Konstanten der Meßeinrichtung kann der Ausschlag am Meßgerät für jeden Kugelabstand und jede Spannung errechnet und seinerseits wieder der Eichung der Meßfunkenstrecke dienstbar gemacht werden.

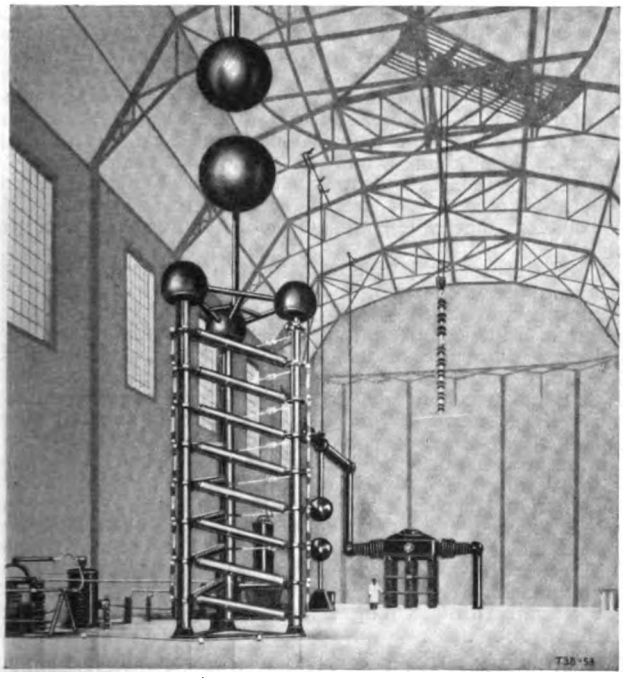


Abb. 4. Innenansicht des Hochspannungs-Prüffeldes. Im Vordergrund die Stoßprüfanlage für 2,25 Mill V_{max}, im Hintergrund der Prüftransformator für 750 kV, dazwischen Hochfrequenzanlage und kleine Meßfunkenstrecke.

Das Ablesegerät befindet sich blickgerecht im Schaltpult. Die Spannungsmessung mit Hilfe der Scheitelwert-Meßeinrichtung ist so genau und so ungemein praktisch, daß im allgemeinen nur sie allein Verwendung findet. Überschläge zwischen den Kugeln dieser Meßfunkenstrecke sind nur selten und nur zu Kontrollzwecken erforderlich.

Eine große Halle mit Nebengebäuden nimmt die beschriebenen Prüfeinrichtungen auf und bietet hinreichend Platz zur Vornahme der Prüfungen. Die Halle wurde in Stahlkonstruktion mit Ziegelausfüllung errichtet. Im Innern wurden die Wände mit Zellstoffplatten bedeckt und in lichtem Grün getönt. Die Grundfläche beträgt $20 \cdot 36\ m^2$, die höchste Höhe 21 m. An der Stirnseite befindet sich ein großes, bequem von einem Mann zu öffnendes Tor in gepreßter Stahlblechausführung im Ausmaß $10 \cdot 10\ m^2$. Durch dieses Tor können spannungführende Leitungen ins Freie zur Vornahme von Versuchen unter natürlichen Witterungsbedingungen geführt werden. Das Schaltpult ist in eine geräumige Nische eingebaut, die sich in einigen Metern Höhe über dem Fußboden auf einer Längsseite der Halle befindet. Von hier aus bietet sich für den Bedienenden und die Zuschauer ein vorzüglicher Überblick über die Halle.

Die Halle erhält ihre Beleuchtung durch einzelne Fenster an beiden Längsseiten. Es ergibt sich daraus der große Vorteil, daß die meisten und zeitraubendsten Arbeiten innerhalb der Halle, insbesondere der Auf- und Abbau der Prüfobjekte, wenigstens tagsüber bei natürlichem Licht vorgenommen werden können. Selbstverständlich haben die Fenster gutschließende Rollvorhänge erhalten, um jederzeit Versuche im Dunkeln zu ermöglichen. Schaltung und stetige Regelung der künstlichen Beleuchtung erfolgt wiederum vom Schaltpult.

In Nebengebäuden sind der Motorgenerator, das mechanische Versuchsfeld und ein elektrisches Massenprüffeld für Bottichprüfungen untergebracht. Letzteres verfügt über einen Prüftransformator für die Erzeugung von Wechselspannung von 50 Hz bis $166\ kV_{eff}$ bei einer Leistung von 30 kVA. Auch dieser Transformator ist ausgeführt in der „Türmchen"-Bauart mit Isoliergehäuse. Die Spannung kann völlig stetig und stufenlos durch einen Schubtransformator geregelt werden, der seinerseits wieder durch Druckknöpfe von einem besonderen Schaltpult aus gesteuert wird.

Das beschriebene Hochspannungs-Prüffeld wurde von der Porzellanfabrik Norden AG. für ihr Werk in Kopenhagen-Valby errichtet und im Sommer 1933 eingeweiht. Die Lieferung der gesamten elektrischen Prüfeinrichtungen war der Firma Koch & Sterzel AG., Dresden, übertragen worden, die auf Wunsch des Auftraggebers die Herstellung des Motorgenerators in Dänemark vergab. Den Bau desselben übernahm die Firma Titan, Kopenhagen. Die bisherigen Erfahrungen lassen erkennen, daß hier eine einheitliche und wohldurchdachte Leistung vollbracht wurde, die sowohl Besteller als auch Lieferer befriedigt und ihnen zur Ehre gereicht.

Das Glimmteiler-Stromversorgungssystem*).

Von Dr. **Rudolf Seidelbach**, Berlin.

Die große Bedeutung, die der Glimmteiler[1]) in der Praxis gefunden hat, sowie die vielen noch nicht ausgenutzten Möglichkeiten lassen es berechtigt erscheinen, an dieser Stelle einmal über die technischen Grundlagen des Stabilisators und über die Gesichtspunkte, die bei seiner Verwendung zu berücksichtigen sind, zusammenfassend zu berichten.

Auf vielen Gebieten der Technik werden konstante Spannungen verlangt; vor der Einführung des Stabilisators kamen für solche Spannungsquellen nur Akkumulatoren oder Trockenbatterien in Frage. Alle bisherigen Batterieersatzschaltungen zeigten die bekannten Nachteile: Abhängigkeit der Spannung von der Belastung, Schwanken der Spannungen mit den Netzspannungsschwankungen, großer innerer Widerstand. In dem Glimmteiler ist nun ein wertvolles und bequemes Hilfsmittel geschaffen, um jede beliebige Stromquelle (z. B. Netzanschlußgerät mit beliebig hohem inneren Widerstand oder Maschine) zu einer Gleichstromquelle mit konstanten Spannungen zu machen. Solche durch Glimmteiler stabilisierten Stromquellen liefern Spannungen, die bei Netzspannungschwankungen von $\pm 10\,\%$ nur um $\pm 0{,}1\,\%$ bis $\pm 0{,}2\,\%$ schwanken, die sich zwischen Leerlauf und Vollast nur um $1 \cdots 2\,\%$ ändern, und deren Teilspannungen voneinander vollkommen unabhängig sind (bis etwa 0,01 %). Die Fremdspannung (Oberwellengehalt) läßt sich natürlich durch Verwendung von Siebketten auf jedes gewünschte kleine Maß herabdrücken, wobei der Stabilisator selbst schon eine Siebwirkung ausübt. Damit ist aber ein vollkommen gleichwertiger Ersatz der Batterie durch Netzgeräte geschaffen, soweit es sich nicht um Aufspeicherung von Energien handelt. Diese stabilisierten Stromquellen sind den Batterien insofern überlegen, als der Spannungsunterschied zwischen geladenem und entladenem Zustand selbstverständlich fortfällt.

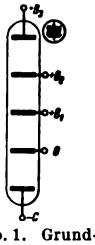


Abb. 1. Grundsätzlicher Aufbau des Glimmteilers.

Der Glimmteiler besteht aus mehreren miteinander in Reihe geschalteten Glimmentladungstrecken. In Abb. 1 ist beispielsweise der grundsätzliche Aufbau der Type STV 280/40 dargestellt[2]). Der Entladungstrom fließt von der Elektrode, die in der Abb. 1 mit $+B_3$ bezeichnet ist, nach der Elektrode $-C$ durch die Elektroden $+B_2$, $+B_1$ und 0, wobei die letzteren zugleich Anode und Kathode sind. Die Elektroden bestehen aus Eisen mit besonderen Überzügen; sie sind kappenförmig ausgebildet und sitzen auf einer Isolierplatte. Die Röhren sind mit einem Gasgemisch, welches hauptsächlich aus Edelgasen

*) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 23. X. 1934.

[1]) Der Glimmteiler wird auch oft Stabilisator genannt. Der physikalische Gedanke des Glimmteilers stammt von L. Körös. Seine Bedeutung für die Technik erkannte W. Hahnemann, der die stabilisierten Stromquellen in die Praxis einführte.

[2]) Hersteller: Stabilivolt G.m.b.H., Berlin-Tempelhof.

Digitized by Google

besteht, unter geringem Druck von einigen Zentimetern Quecksilbersäule gefüllt. Der Entladungsvorgang spielt sich folgendermaßen ab: Zwischen zwei Elektroden, welche auf ein bestimmtes Zündpotential gebracht sind, erhalten die immer vorhandenen vagabundierenden Elektronen eine solche Geschwindigkeit, daß sie die neutralen Gasmoleküle durch Stoß ionisieren. Die so frei werdenden neuen Elektronen werden ebenfalls von dem angelegten Potential beschleunigt und ionisieren ihrerseits wieder durch Stoß weitere neutrale Gasmoleküle. Dieser Vorgang breitet sich lawinenartig aus; infolgedessen nimmt die Leitfähigkeit der Strecken mit zunehmendem Querstrom sehr rasch zu, so daß schon eine ganz kleine Spannungserhöhung an den Elektroden genügt, um beträchtlich mehr Strom durch die Strecke fließen zu lassen. Durch geeignete Konstruktion wird erreicht, daß die Spannung zwischen den Elektroden von etwa 5 mA aufwärts bis zur Höchstbelastbarkeit der Strecken praktisch unabhängig von der hindurchfließenden Stromstärke ist. Diese Eigenschaft der Entladungstrecke wird in dem Stabilisator zur Spannungskonstanthaltung und für konstante Aufteilung der Spannung ausgenutzt.

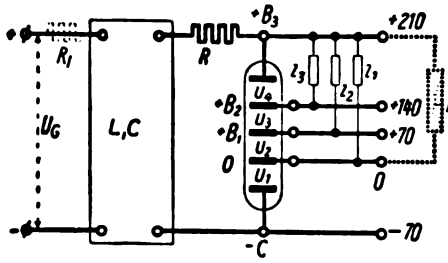


Abb. 2. Grundsätzlicher Aufbau einer mit Glimmteiler ausgerüsteten Stromquelle. U_G Speisespannung, L, C Siebkette, R_i innerer Widerstand der Stromquelle, R zusätzlicher Vorwiderstand, r reine Nutzlast, Z_1, Z_2, Z_3 hohe Zündwiderstände, U_1 bis U_4 Teilspannungen des Glimmteilers.

Der Stabilisator liegt ähnlich wie eine Pufferbatterie parallel zur Stromquelle (s. Abb. 2). Die Verbraucher werden je nach der geforderten Spannung an die einzelnen Elektroden angeschlossen.

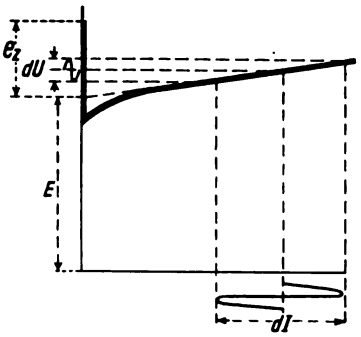


Abb. 3. Strom-Spannungs-Kennlinie einer Entladungsstrecke. E ist die Anfangsspannung, $E + e_z$ Zündspannung, dI überlagerter Wechselstrom, dU überlagerte Wechselspannung. Die Kurve ist aus Übersichtsgründen steiler gezeichnet.

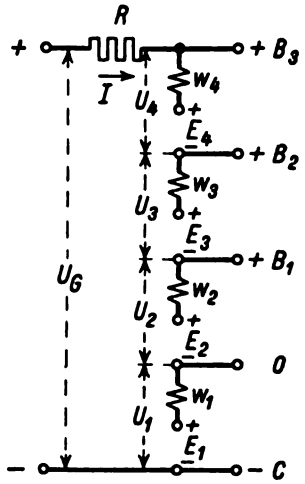


Abb. 4. Ersatzschaltbild. w_1 bis w_4 Wechselstromwiderstände, E_1 bis E_4 die Anfangsspannungen.

In Abb. 3 ist die Charakteristik einer Entladungsstrecke schematisch dargestellt. $w = dU/dI$, der Wechselstromwiderstand, ist eine charakteristische Größe der Strecke. Bezeichnet man mit E die Anfangspannung der Strecke, welche durch die Verlängerung des geradlinigen Bereiches der Charakteristik von der Spannungsachse abgeschnitten wird, so gilt für jede Entladungstrecke in ihrem geradlinigen Bereich:

$$U = E + I\,w \qquad (1)$$

wobei U die Betriebspannung zwischen den Elektroden ist. Mit diesen beiden Größen E und w ergibt sich auf Grund der Gl. (1) das elektrische Ersatzbild eines Stabilisators (Abb. 4). Man kann also die Entladungstrecke als eine scheinbare gegenelektromotorische Kraft E auffassen, mit der der Widerstand w in Reihe geschaltet ist. Der Wechselstromwiderstand w ist niedrig, etwa 10 ··· 50 Ω; dieser Wert gilt aber nur für niedrige überlagerte Frequenzen; bei 3000 bis 4000 Hz ist er etwa auf das Doppelte gestiegen. Für diese höheren überlagerten Frequenzen kann man aber durch Parallelschalten von verhältnismäßig kleinen Kondensatoren den Wechselstromwiderstand leicht auf dem geringen Wert von 10 ··· 50 Ω halten. In Abb. 5 sind der innere Widerstand einer Entladungstrecke als Funktion der Frequenz der überlagerten Wechselspannung und die Widerstandskurve einer Entladungstrecke mit parallel geschaltetem 3 µF-Kondensator dargestellt. Der resultierende Widerstand steigt im Frequenzbereich von 0 bis ∞ nirgends über den Wert von 52 Ω, eine Tatsache, die für die Spannungsregelung mittels Glimmteiler von besonderer Wichtigkeit ist. Der große Vorteil des Stabilisators liegt darin, daß er bei tiefen Frequenzen bis zu einer Periode und weniger den kleinen inneren Widerstand von 10 ··· 50 Ω besitzt, denn für tiefe Frequenzen lassen sich kleine Wechselstromwiderstände mit Hilfe von Kondensatoren für hohe Spannungen nur unter großem Aufwand herstellen. Es sind z. B. 80 µF bei 50 Hz und 4000 µF bei 1 Hz notwendig, um einen Widerstand von 40 Ω herzustellen. Der kleine innere Widerstand, auch für ganz kleine Frequenzen, macht den Stabilisator für die Fernseheinrichtungen, wo ein Frequenzbereich von 0 bis 500 000 Hz übertragen werden muß, außerordentlich geeignet.

Wenn die volle Spannung eines Glimmteilers nicht dauernd benötigt wird, schließt man eine oder mehrere Strecken kurz. Man kann auch zwei oder mehrere Glimmteiler in Reihe schalten, um größere Spannungen zu stabilisieren bzw. aufzuteilen. Eine unmittelbare Parallelschaltung von Stabilisatoren ist dagegen nicht möglich. Will man aus einer Stromquelle mehrere parallelgeschaltete Stromkreise mit Stabilisatoren speisen, so muß jeder Stabilisator seinen eigenen Vorwiderstand haben. Da die Glimmstrecke als eine Gegenspannung mit einem sehr kleinen inneren Widerstand aufzufassen ist, darf ein Glimmteiler nie ohne Vorwiderstand angeschlossen werden, da er sonst einen unzulässlich großen Strom aufnehmen und damit sofort unbrauchbar würde. Als erster Hinweis diene die Angabe, daß der Spannungsabfall am Vorwiderstand R nicht geringer als die Hälfte der Stabilisatorspannung sein soll, dagegen kann er beliebig größer sein:

$$U_G \geq \frac{3}{2}\,(U_1 + U_2 + \ldots) \qquad (2)$$

wobei $U_1 + U_2$ usw. nach Abb. 4 die einzelnen Betriebsspannungen des Stabilisators und U_G die gegebene Speisespannung bedeuten. Die Größe des Vorwiderstandes bei gegebener Speisespannung U_G ergibt sich aus

$$R = \frac{U_G - (U_1 + U_2 + \ldots)}{I} \qquad (3)$$

I ist der gesamte Speisestrom, der aus der Stromquelle herausgenommen wird, einschließlich eines stets notwendigen Spannungsteilerstroms von 10 ··· 15 mA.

Die Oberwellen werden erforderlichenfalls in bekannter Weise durch Siebketten unterdrückt, wobei zu berücksichtigen ist, daß der Stabilisator selbst an der Siebung mitwirkt, da die Klemmenspannung an ihm praktisch unabhängig vom Stromdurchgang ist.

Der Einfluß der Netzspannungschwankungen bei den stabilisierten Stromquellen ergibt sich aus der Beziehung:

$$\pm\,\delta U \leq \pm\,\Delta U_G \frac{w}{R}\,^{3}) \qquad (4)$$

wobei $\pm\,\Delta U_G$ die Größe der Speisespannungschwankung, $\pm\,\delta U$ die hierdurch hervorgerufene Spannungsänderung der Entladungstrecke und R der Widerstand des Vorschaltkreises ist. Die Netzspannungschwankungen werden also im Verhältnis w/R verkleinert, w ist von der Größenordnung 10^1, R mindestens von der Größenordnung 10^3, w/R ist also eine sehr kleine Größe. Der Einfluß der Netzspannungschwankungen ist also sehr gering. Aus Gl. (4) erkennt man, daß die Spannungskonstanz der stabilisierten Stromquelle gegenüber Netzschwankungen mit größer werdendem R immer besser wird. Mit größer werdendem R wird aber auch die notwendige Speisespannung vergrößert. Gegen die Wahl einer hohen Speisespannung spricht nicht so sehr der Mehrverbrauch an Energie, da ja die in Frage kommenden Leistungen verhältnismäßig gering sind, als die Höhe der Anschaffungskosten einer Stromquelle mit hoher Spannung. Es sind also die kleinsten Spannungs- und Vorwiderstandsgrößen anzustreben, die den geforderten Bedingungen gerade noch entsprechen[4]). Diese Vergrößerung der Speisespannung

---

[3]) Arch. Elektrotechn. Bd. 26 (1932), S. 539. — Z. Hochfrequenztechn. Bd. 40 (1932), S. 9. — „Stabilisierte Stromquellen", zweite, erweiterte Ausgabe der Stabilovolt GmbH., Berlin.

[4]) Über die günstigste Bemessung des Vorwiderstandes s. ETZ Bd. 54 (1933), S. 839; J. v. Frommer, Die Berechnung von Vorschaltwiderstand und Stromquelle für Stabilisatorröhren.

Digitized by Google

kann man durch Verwendung von Eisenvorwiderständen vermeiden. Hierdurch wird zugleich die Spannungskonstanz gegenüber Speisespannungschwankungen um beinahe eine Größenordnung günstiger. Ist ΔU_G eine periodische Funktion der Zeit, so ergibt Gl. (4) die Siebwirkung des Stabilisators und des Vorwiderstandes R, wobei für R der Wechselstromwiderstand des Vorschaltkreises zu nehmen ist.

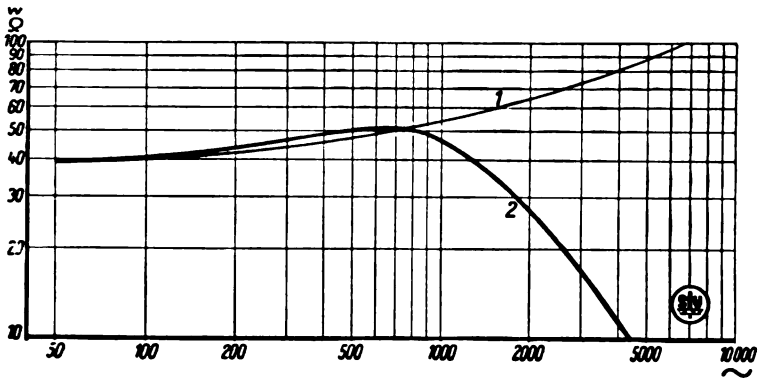


Abb. 5. Kurve 1: Wechselstromwiderstand einer Glimmteilerstrecke allein.
Kurve 2: Wechselstromwiderstand einer Glimmteilerstrecke mit parallel geschaltetem Kondensator von 3 μF.

Den Einfluß der Speisespannungschwankungen kann man noch weiter herabsetzen, indem man die Glimmteiler zweimal hintereinander anwendet (Abb. 6). Falls nur eine kleine konstante Spannung verlangt wird, kann man an Stelle der zwei Glimmteiler auch mit einem einzigen auskommen, indem man z. B. drei Strecken an Stelle des ersten Stabilisators und die vierte Strecke an Stelle des zweiten Stabilisators benutzt (Abb. 7).

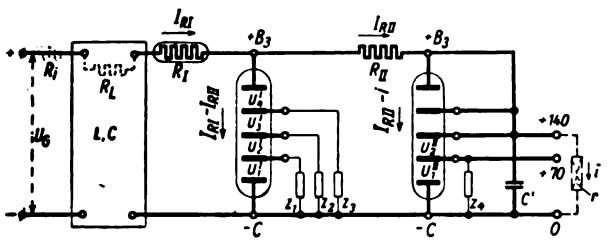


Abb. 6. Kaskadenschaltung der Glimmteiler. U_G, L, C, $Z_1 \ldots Z_4$, s. Abb. 2, R_I Vorwiderstand der ersten Stufe, R_{II} Vorwiderstand der zweiten Stufe.

Wenn sich der Nutzstrom, der aus einer Strecke herausgenommen wird, um Δi ändert, so ändert sich die Spannung an dieser Strecke um den Betrag

$$\Delta U \leqq \Delta i\, w \quad [5]) \qquad (5)$$

Man bezeichnet ΔU mit Selbstbeeinflussung. Entnimmt man einem ohmschen Spannungsteiler Strom, so werden bekanntlich die anderen Teilspannungen sehr stark beeinflußt, d. h. bei ohmscher Spannungsteilung ist die gegenseitige Beeinflussung sehr groß. Beim Stabilisator dagegen ist dieser Einfluß verschwindend klein. Bezeichnet man diese gegenseitige Beeinflussung mit $\Delta\Delta U$, so gilt:

$$\Delta\Delta U \approx (\Delta U_1 + \Delta U_2 + \ldots)\,\frac{w}{R} \quad \ldots\ldots [5]) \qquad (6)$$

wobei $\Delta U_1 + \Delta U_2 + \ldots$ die Summe der Selbstbeeinflussungen aller derjenigen Strecken ist, bei denen eine Veränderung der Belastungsströme vorkommt. w ist klein, etwa 40 Ω, R dagegen verhältnismäßig groß, etwa 5000 Ω: Die Abhängigkeit der einzelnen Teilspannungen voneinander ist also sehr gering.

Es wurde bereits schon oben darauf hingewiesen, daß sich der Eisenwiderstand als Vorwiderstand besonders günstig auswirkt. Bezeichnet man die untere Spannung des Regelbereichs eines Eisenwiderstandes mit u, so ist bekanntlich der Strom, der durch ihn hindurchfließt, im Bereich von u bis $3u$ annähernd konstant (max. Stromänderung $\varepsilon = \pm 8\,\%$, bezogen auf den Strom I_n bei der mittleren Brennspannung $2u$). Die Speisespannung U_G ergibt sich hierfür aus

$$U_G = (U_1 + U_2 + \ldots) + 1{,}9\,u + I_n R \ldots .^{5}) \qquad (7)$$

[5]) Wie Fußnote 3.

Hierbei bedeutet R einen gegebenenfalls vorgeschalteten ohmschen Widerstand (z. B. der Drossel, innerer Widerstand des Gleichrichters usw.). Der Wert $1{,}9\,u$ kommt dadurch zustande, daß man meistens nicht den ganzen Regelbereich benötigt und den Eisenwiderstand etwas unterhalb der mittleren Brennspannung bei $1{,}9\,u$ betreibt.

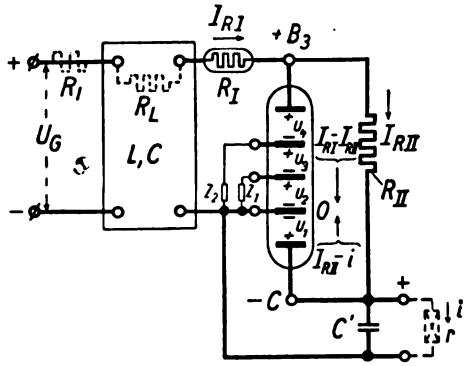


Abb. 7. Reflexschaltung des Glimmteilers.

Der Widerstand W_h des Eisenwiderstandes gegenüber Stromschwankungen ermittelt sich z. B. für eine Stromschwankung von ± 8 % nach Abb. 8 zu

$$W_h = \frac{u}{0{,}8\,I_n} = 12{,}5\,\frac{u}{I_n}\,. \qquad (8)$$

Dieser Wert W_h ist in Gl. (4) als Vorwiderstand einzusetzen, wenn die maximale Schwankung der stabilisierten Stromquelle berechnet werden soll.

Die Wärmeträgheit der Eisenwiderstände spielt bei schneller Änderung der Speisespannung eine Rolle. Sie ist aber für die in Frage kommenden kleinen Stromstärken nicht übermäßig groß; liegt eine Siebkette in entsprechender Größe in dem Vorschaltkreis, so kann meistens die verzögerte Regelung des Eisenwiderstandes nicht störend wirken. Vor dem Einschalten bzw. nach dem Ausschalten im noch nicht abgekühlten Zustand hat der Eisenwiderstand einen viel kleineren Widerstand R_h, was für die Zündung von großer Bedeutung ist.

Soll z. B. eine Meßeinrichtung mit einem Stromverbrauch von 30 mA bei einer Anodenspannung von 210 V und mehreren einstellbaren Gitterspannungen aus einem Netzanschlußgerät betrieben werden, wobei Netzschwankungen von ± 10 % auftreten können, so wird für den in Frage kommenden Stabilisator ein Eisenwiderstand mit einem Regelbereich von 85 ··· 255 V bei einem Strom von 60 mA zu verwenden sein. Aus Gl. (8) ergibt sich für W_h der Wert von 17 700 Ω. Die zusätzlichen Siebmittel haben z. B. einen Widerstand von 500 Ω. Die Speisespannung beträgt 480 V und kann um ± 48 V schwanken. Rechnet man mit einem inneren Widerstand der Stabilisatorstrecke von $w = 40\,\Omega$ und setzt man in Gl. (4) für R den Wert 17 700 + 500 Ω ein, so erhält man für die Schwankung einer Entladungstrecke $\pm\,\delta\,U = \pm\,0{,}105$ V oder, bezogen auf 70 V, 0,15 %. Ein ohmscher Widerstand von 17 700 Ω an Stelle des Eisenwiderstandes würde bei 60 mA Stromdurchgang einen Spannungsabfall von 1062 V haben, an Stelle der 170 V beim Eisenwiderstand. Dementsprechend müßte die Speisespannung um 890 V höher gewählt werden. Der Vorteil der Eisenwiderstände ist also augenscheinlich.

Es können zwei äußerlich verschiedene Verwendungsarten des Glimmteilers unterschieden werden. In der einen Verwendungsgruppe bildet der Glimmteiler mit einem Netzanschlußgerät oder einer anderen Stromquelle zusammen eine Einheit. Dieses „stabilisierte" Stromlieferungsgerät kann in den meisten Fällen Ersatz für Batterien bilden. — Das zweite große und wichtige Anwendungsgebiet des Glimmteilers ist sein Einbau in verschiedene technische Einrichtungen. In diesen Anlagen schafft der Glimmteiler von irgendeiner schwankenden Spannungsquelle konstante, praktisch oberwellenfreie Spannungen für die Speisung von besonders empfindlichen Einrichtungen. Die hohe Spannungskonstanz, welche mit dem Glimmteiler erzielbar ist, erschließt dadurch neue Möglichkeiten für den Neuentwurf elektrischer Geräte.

An Hand einiger Anwendungsgebiete soll nunmehr noch die Anregung für die Lösung neuer Aufgaben gegeben werden.

Wie die mehrjährigen Erfahrungen gelehrt haben, haben sich die mit Glimmteiler ausgerüsteten Netzanschlußgeräte

Digitized by Google

für die Speisung von Empfängern für Telegraphie- und Telephonieempfang, für Bildfunk, Fernsehanlagen usw. vollkommen bewährt. Selbst sehr verwickelt aufgebaute Empfänger, welche man sonst nur mit Batterie betreiben konnte, lassen sich aus den mit Glimmteilern versehenen Netzanschlußgeräten betreiben. In solchen Betrieben, in denen ein Ausfall der Geräte durch Netzspannungsausfall unzulässig wäre, kann zur Sicherheit z. B. ein kleiner Wechselstromsatz mit mechanischem Antrieb etwa durch einen Explosionsmotor verwendet werden, um die energiespeichernde Wirkung der Akkumulatoren zu ersetzen.

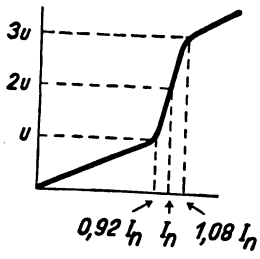


Abb. 8. Kennlinie eines Eisenwiderstandes mit dem Regelbereich $u \cdots 3u$ und einer äußersten Stromänderung von $0{,}92\ I_n \cdots 1{,}08\ I_n$.

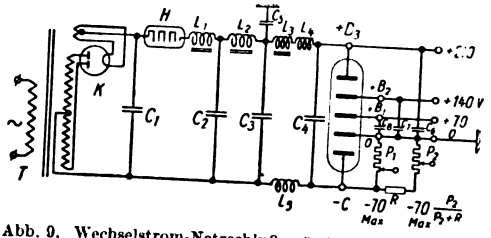


Abb. 9. Wechselstrom-Netzschlußgerät für den Betrieb von hochempfindlichen Empfängern.

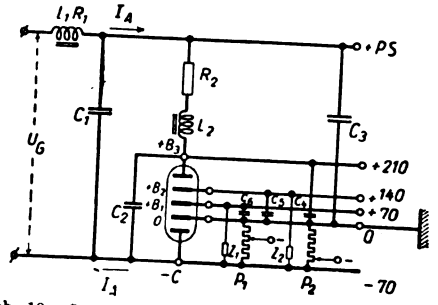


Abb. 10. Speisung der Anoden- und Gittervorspannungen der Sender- oder Verstärkervorstufen eines Senders von einem Stabilisator. (Gemeinsame Speisespannung U_G für die Anoden- und Gittervorspannungen.)

Eine Schaltung für Anoden- und Gitterspannungsspeisung zeigt die Abb. 9. Die Kathoden der Elektronenröhren werden an die Elektrode O des Stabilisators angeschlossen. Die einzelnen Anodenspannungen werden von $+B_1$ (+ 70 V), $+B_2$ (+ 140 V) bzw. $+B_3$ (+ 210 V) abgenommen. Die Gittervorspannungen werden über Widerstands-Spannungsteiler P_1, P_2 usw. abgegriffen, welche parallel zur Strecke $O, -C$ (max — 70 V) liegen. Es sollen so viel Spannungsteiler eingebaut werden, als Gitterspannungen benötigt werden. Da die Spannungsteilerenden unter konstanter Spannung liegen, ist es möglich, für statische Gittervorspannungen diese Spannungsteiler durch lineare Unterteilung mit einer in Volt geeichten Skala zu versehen, so daß die gewünschten Gittervorspannungen ebenso wie die Anodenspannung ohne Meßinstrument sofort einstellbar sind.

Bei Senderanlagen für die Nachrichten- und Rundfunktechnik werden Stabilisatoren mit großem Erfolg angewendet, besonders für die Anoden- und Gitterspannungen des Steuersenders sowie für die Gitterspannungen der nächsten Stufen. Bei Senderanlagen mit einem kontinuierlichen Wellenbereich bewähren sich die Glimmteiler besonders gut. Der Stabilisator hält Anoden- und Gitterspannung des Steuersenders bei Netzschwankungen oder beim Tasten der Leistungstufen konstant, wodurch eine Frequenzkonstanz auf $^1/_{50\,000} \cdots {}^1/_{100\,000}$ erreicht werden kann.

Bei quarzgesteuerten Sendern wird die Frequenzkonstanz durch die Stabilisatorenspeisung noch wesentlich erhöht. Die Anwendung der Stabilisatoren hat sich bei den Gleichwellenanlagen, sowohl bei den leitungsgesteuerten als auch bei den unabhängigen Sendertypen, besonders bewährt.

Abb. 10 gibt ein grundsätzliches Schaltbild von solchen Anordnungen, bei denen die Endleistung nicht stabilisiert ist. Die Anoden- und Gitterspannungen der empfindlichen ersten Stufen werden vom Stabilisator abgenommen, u. U. auch noch die Gitterspannung der nächsten größeren Stufen, deren Anodenspannungen nicht stabilisiert sind. Einen ähnlichen Aufbau wie Abb. 10 haben viele Sender- und Kraftverstärker-Speiseanlagen, z. B. Tonfilm-Verstärkeranlagen für Wiedergabe und Aufnahme, Schallübertragungseinrichtungen u. dgl. Bei Aufbauten, in denen größere Anodenströme für die Endstufe verbraucht werden, kann der Abschnitt $O, -C$ für die Gittervorspannungsabnahmen von einer besonderen Stromquelle gespeist werden.

Die Glimmteiler sind aber nicht nur für Stromabgabe, sondern auch für Stromaufnahme bei konstanten Spannungen geeignet. In Abb. 11 wird der Glimmteiler von irgendeiner Spannungsquelle mit einem kleinen Strom erregt, die zusätzlichen Ströme (z. B. die Gitterströme i_1, i_2, i_3) erhöhen den Querstrom des Stabilisators; trotzdem bleiben die einzelnen Gittervorspannungen bei schwankenden Gitterströmen konstant. Man kann auch alle Gittervorspannungen einer Senderanlage einschließlich Modulationseinrichtung unter Verwendung von mehreren Stabilisatoren einer Spannungsquelle von geringer Leistung entnehmen. Auch konstante Gittervorspannungen für gittergesteuerte Gleichrichter werden in ähnlichen Schaltungen hergestellt.

Eine große Bedeutung wird der Stabilisator einmal bei den Zwischenverstärkern in der Leitungstelephonie und -telegraphie erhalten. Die grundlegenden Versuche über die Möglichkeit der Verwendung von stabilisierten Netzanschlußgeräten sind in jeder Beziehung zufriedenstellend ausgefallen. Es konnte in keinem Fall bei der sehr eingehenden Untersuchung festgestellt werden, wann Batterie- und wann Netzanschlußbetrieb war. Eine solche Netzspeisung würde besonders bei kleineren Ämtern von Vorteil sein. Für größere Ämter würde man am besten eine Unterteilung der Stromversorgung vornehmen, z. B. in der Weise, daß man die Verstärker eines Gestells aus demselben Netzanschlußgerät betreibt.

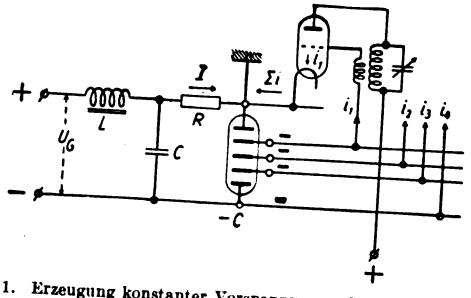


Abb. 11. Erzeugung konstanter Vorspannungen durch einen mit dem Hilfstrom I erregten Glimmteiler.

Auch Meßgeräte, wie Niederfrequenzgeneratoren, Meßsender, Meßverstärker, Strahlungsmesser für Röntgenapparate, Frequenzmeßgeräte, Aussteuerungsmesser, Impulsmesser, Pegelmesser, Röhrenvoltmeter, Wasserstandsmesser, Druckregistriervorrichtungen usw., die bisher aus Akkumulatoren betrieben wurden, können ohne weiteres über Stabilisatoren aus Netzanschlußgeräten gespeist werden. Als weitere wichtige Anwendungsgebiete des Glimmteilers seien die Speisung von Telegraphengeräten (auch mit Doppelstrom), Relais, Fernmeßanlagen, Photozellen mit den zugehörigen Verstärkern erwähnt. Ferner erweisen sich Stabilisatoren bei Pufferbatterien oft sehr wirkungsvoll. Besonders wertvoll ist der Glimmteiler für die kleinen Stromerzeugersätze, die von kleinen Benzinmotoren oder von Menschenkraft durch Treten oder Kurbeln angetrieben werden. Er ermöglicht es, aus handgetriebenen Maschinen empfindliche Empfänger zu betreiben.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Stabilisator überall da angewendet werden kann, wo mit einfachen Mitteln für verhältnismäßig kleine Leistungen eine hohe Spannungskonstanz gebraucht wird.

Digitized by Google

NACHRICHTEN AUS DER INDUSTRIE.

Preßstoffe in der Elektrotechnik.

Die Preßstoffe haben sich als Werkstoff der Elektrotechnik längst Anerkennung errungen, und von Jahr zu Jahr hat sich ihr Anwendungsgebiet verbreitert. Am meisten in die Augen fallend ist die häufige Verwendung von Preßstoffen für Abdeckungen und Gehäuse; hier ist dieser Werkstoff dank seiner elektrischen und mechanischen Eigenschaften und seines guten Aussehens so recht am Platze. Bei einer aus Preßstoff Type S hergestellten **Zähler-Überdeckungskappe** der Firma Christian Geyer G. m. b. H., Nürnberg, werden Sicherungen und Zähler gemeinsam verdeckt. Durch ein Schauglas kann man den Zähler ablesen. Ein verstellbares Zählerkreuz und die Bemessung der Abdeckkappe lassen es zu, daß die Montage fast aller Zählerfabrikate möglich ist (Abb. 1). Bei Verwendung der Kappe fällt die Erdung des Zählers fort. Klemmdeckel erübrigen sich. Auch Stromdiebstähle, soweit diese durch Eingriffe beim Zähler bisher möglich wurden, werden nahezu unmöglich.

Abb. 1. Zählerüberdeckungskappe aus S-Preßstoff mit Schauglas.

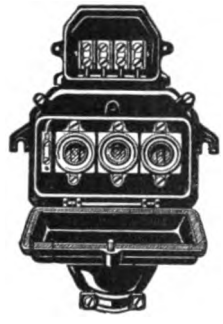


Abb. 2. Hausanschlußkasten aus Isolierpreßstoff Type S.

In vielen Fällen hat der Preßstoff das Gußeisen zu verdrängen vermocht. So wurden vor kurzem **Hausanschlußkästen aus Isolierpreßstoff** von der Elektrotechnischen Fabrik Paul Jordan, Berlin-Steglitz, auf den Markt gebracht, deren Kasten aus Isolierpreßstoff Type S gepreßt und infolgedessen berührungschutzsicher ist (Abb. 2). Obgleich Isolierpreßstoff als Baustoff Verwendung findet, ist der Kasten durch einen einsetzbaren Ausgußtrichter im Unterteil zum Abschluß des Erdkabels ausgießbar. Dadurch wird auch ein bequemes Einlegen des Hausanschlußkabels von vorn erzielt. Er zeichnet sich ferner durch hohe mechanische Widerstandsfähigkeit, trotzdem leichtes Gewicht und dadurch bedingten billigeren Transport aus. Besonders wichtig ist, daß ein wasserdichter Abschluß des Abnehmerraumes gegen den Sicherungsraum durch Verwendung von Gummi-Schnurringdichtungen und Hartgummi-Verbindungsleitungen erreicht wurde. Die Mantelanschlußklemmen mit losen Druckbolzen an den Sicherungselementen gewährleisten festen Kontakt und vermeiden Lockerung.

In der Reihe der AEG-Universal-**Elektrowerkzeuge** wurden solche mit Preßstoffgehäuse in berührungschutzsicherer Ausführung entwickelt. Diese bieten dem Bedienenden besonderen Schutz, da Gehäuse und Handgriff aus Preßstoff gefertigt sind, während der aus Aluminium bestehende Getriebekopf gegen den motorischen Teil elektrisch isoliert ist. Dadurch wird vermieden, daß Werkstück und Getriebe über Ankerritzel und Ankerwelle leitend werden können. Ein besonderer Erdleiter erübrigt sich also, und das Werkzeug kann an jede ungeerdete Lichtleitung angeschlossen werden.

Wurde Kunstharzpreßstoff bisher für Elektrowerkzeuge kleinster Ausmaße und für Einzelteile im Elektrowerkzeugbau verwandt, so hat die AEG erstmalig ein 10 mm-Handbohrmaschinenmodell in bekannter Pistolenform in diesem Material geschaffen. Zwei Stahlringe umgeben das kräftige Gehäuse und nehmen dem Kunstharzpreßstoff jede Kantenempfindlichkeit. Auch der Schalthebel nebst weiteren Einzelteilen ist aus Preßstoff gefertigt. Die gewählte Art der isolierenden Trennung von Motor und Getriebe ist neu und der AEG geschützt. Während dies früher zumeist durch isolierte Zahnräder geschah, sind bei den berührungschutzsicheren Elektrowerkzeugen der AEG die isolierenden Teile außerhalb des Getriebes angeordnet. Das hat den Vorteil, daß die isolierenden Teile nicht durch verunreinigtes Getriebefett leitend werden können. Das auf dem isolierten Ankerwellenstumpf sitzende Ankerritzel greift mit zwei Kupplungsklauen in die zur Kupplung ausgebildete Nabe des gleichfalls aus Preßstoff bestehenden Lüfters. Hierdurch ist erstmalig eine wirklich einwandfreie isolierende Trennung zwischen dem elektrischen und mechanischen Teil erreicht. Unter Verwendung des gleichen motorischen Teils wurde durch Vorsatz verschiedener Getriebeköpfe eine Typenreihe in berührungschutzsicherer Ausführung entwickelt. Diese weist

eine 6 mm Universal-Handbohrmaschine mit 1350 U/min
„ 10 „ „ „ „ 700 „
„ 10 „ „ „ „ 350 „

und eine Universal-Gewindeschneidmaschine für Gewinde M 10/⅜" auf. Die Typen entsprechen in Leistung und Drehzahl den normalen AEG-Modellen in Aluminiumausführung. Bohrständer zur Verwendung der Handbohrmaschinen als Tischbohrmaschinen stehen gleichfalls zur Verfügung.

Unter den Kunstharz-Preßstoffen für Isolationsteile oder Gegenstände des täglichen Bedarfs verdient der den Isola-Werken AG., Birkendorf bei Düren, Rhld., geschützte **Preßstoff Durax** besondere Beachtung. Als typisierter Isolierstoff unterliegt Durax der ständigen Prüfung durch das Staatliche Materialprüfungsamt. Durch ein eigenes Herstellungsverfahren[1]) war es möglich, Durax auch in mechanischer Hinsicht gut auszubilden. Der Werkstoff ist zähe, wetter-, öl- und säurefest. Jahrelange praktische Versuche in Seehäfen, bei Gebirgs- und Straßenbahnen, in Bergwerksbetrieben unter Tage haben gezeigt, daß Durax gegen Witterungseinflüsse und Temperaturschwankungen in hohem Maße unempfindlich ist. Dadurch ergeben sich vielseitige Verwendungsmöglichkeiten, von denen hier einige genannt sein mögen.

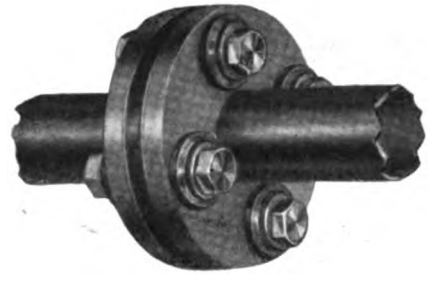


Abb. 3. Mit Durax isolierter Rohrflansch.

Die zerstörenden Wirkungen der vagabundierenden Ströme auf Rohrleitungen, die in der Nähe der Schienenstränge elektrischer Straßenbahnen in der Erde verlegt sind, sind bekannt. Man hat die verschiedensten Verfahren angewendet, um diese Ströme abzuleiten, die aber alle nicht restlos befriedigten. Eine einwandfreie Isolation erreichte man erst dadurch, daß man den Rohrstrang in der gefährdeten Zone in einzelne voneinander isolierte Leitungstücke unterteilte. Als Isolation dienten Ringe und Buchsen aus Durax (Abb. 3), die trotz der Erdfeuchtigkeit einen sehr guten Isolator bilden.

Ein anderes, zwar dem Elektrotechniker ferner liegendes Beispiel ist eine aus Durax hergestellte Pumpe für eine Leistung von 10 bis 50 m³/h für Säuren und Laugen, die infolge ihres geringen Gewichts leicht bewegt werden kann (Abb. 4). Auch in der Färberei hat sich Durax sehr gut einführen können. Man hat die Jiggerlager, die durch

[1]) DRP. 442343

Digitized by Google

die auftretenden Säuren und durch das dauernde Umlaufen der Wellenköpfe stark beansprucht werden, aus Durax hergestellt. Als Schmiermittel dient die Farbflotte selbst. In jüngster Zeit hat man Durax als Lager in Führungsrollen u. dgl. verwendet. Dauerversuche, die teilweise ohne Schmierung, teilweise mit Wasser- und Ölschmierung durchgeführt wurden, zeigten keinen meßbaren Verschleiß. Auch sonst wurde Durax mit Erfolg verwendet, so in einem 300 mm weiten Stevenrohrlager eines 300 PS-

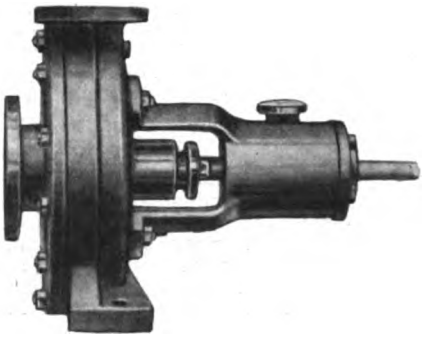


Abb. 4. Pumpe aus Durax für Säuren und Laugen.

Schleppers. Bei diesem Schiff hat man der hohen Belastung wegen bislang hochwertiges Hirnholz verwendet, das aber als Naturprodukt in der Härte unterschiedlich ist. Der Ersatz dieses Werkstoffs durch Durax hat den Vorteil, daß nun ein in seinem Aufbau durch den hydraulischen Preßvorgang nach allen Richtungen gleichmäßig harter Baustoff Verwendung gefunden hat. Fehlerstellen, die beim natürlichen Wachstum unvermeidlich sind, werden bei Verwendung von Durax vermieden.

Auf dem Gebiete der **Isolierstoffkapselung** gehen die Bemühungen der Firma F. Klöckner, Köln-Bayenthal, um die Einführung möglichst weitgehender Verwendung von Isolierstoff im Schaltgerätebau nun fast über zwei Jahrzehnte zurück. Zunächst wurde der Isola-

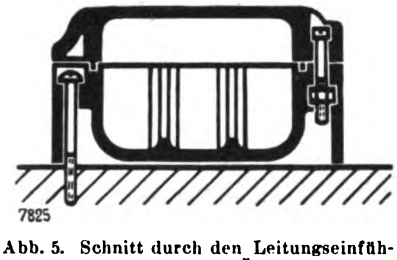


Abb. 5. Schnitt durch den Leitungseinführungskasten eines Ölschützes.

tion im Innern der Geräte erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet. Keramische Stoffe und Schwarzpreßstoffe wurden eingeführt. Dann ging man vor etwa zehn Jahren dazu über, die metallischen Außenabdeckungen durch Isolierstoff zu ersetzen. Als Endprodukt dieser Bewegung sehen wir in den letzten Jahren die vollständige Isolierstoffkapselung. Sie erfüllt alle Wünsche des Konstrukteurs in bezug auf Raumersparnis — Konstruktionsstoff und Isolierstoff sind der gleiche. Außerdem ist die Berührungsgefahr verschwunden.

Unbefriedigend waren aber die ersten Konstruktionen noch dann, wenn an der Verwendungstelle rohe Kräfte walteten. Das neuerdings für die Außenabdeckungen vorzugsweise verwandte Kunstharz hatte bei allen seinen guten Eigenschaften den einen Nachteil, daß die Schlagbiegefestigkeit nicht allzu hoch ist. In der allerletzten Zeit ist es nun gelungen, Stoffe auf den Markt zu bringen, die in diesem Punkte erheblich besser sind und die Schlagbiegefestigkeit nicht nur, wie wir es sonst in der Technik gewohnt sind, um einige wenige Prozent steigern, sondern man kann mit den fünffachen Werten rechnen, ohne daß irgendeine der anderen Eigenschaften nennenswert gelitten hat.

Die neuen Verhältnisse zwischen Gußeisen und Kunstharzpreßstoff lassen sich durch folgende Zahlen (Mittelwerte) besser erkennen:

Eigenschaft	Maß	Gußeisen	neue Kunstharz-Preßstoffe	Verhältnis $\frac{\text{Gußeisen}}{\text{Preßstoff}}$
spezifisches Gewicht . .	g/cm³	7,25	1,43	5
Zugfestigkeit	kg/cm²	1800	700	2,5
Biegefestigkeit	kg/cm²	3000	1550	2
Schlagbiegefestigkeit . .	cmkg/cm²	70[1])	30	2,35

[1]) Schlagversuche ergeben sehr unterschiedliche Werte. Der angegebene Wert ist sehr hoch.

Zur Herstellung eines Gehäuses von gleichem Gewicht dürfte man mit Rücksicht auf das geringere spezifische Gewicht die Wandstärke auf das Fünffache vergrößern. Eine derartig stabile Wand hätte bei Biegebeanspruchungen, da sie über das 25fache Widerstandsmoment verfügt, nur $^1/_{25}$ der Beanspruchung des betreffenden Gußeisenkastens auszuhalten. Gußeisen ist aber nur etwa zweimal so biegefest. Die gleichen Verhältnisse gelten für die Schlagbiegefestigkeit. Der neue Stoff mit einer Schlagbiegefestigkeit von etwa 20 gegenüber den früher üblichen Werten von 6 erfordert nur noch verhältnismäßig geringe Wandstärkevergrößerungen, um auf die Festigkeit von Gußeisen zu kommen. Man wird also die Vergrößerung der Wandstärke bis zum gleichen Gewicht nicht vorzunehmen brauchen und kann sich mit dem 1,5- bis 2fachen begnügen. Bei der 2fachen Wandstärke ist das Widerstandsmoment wieder 4fach statt, wie erforderlich, 2fach.

Eine weitere Verbesserung war durch neue Konstruktionsmaßnahmen möglich. Diese gehen dahin, bei den Preßstoffen durch die Verwendung von Doppelwänden die Festigkeit noch weiter zu erhöhen. Das bildsame Material gestattet ohne weiteres die Herstellung derartiger Doppelwände, z. B. durch Halbierung der ohnehin beabsichtigten Wandstärke unter Zwischenfügung von Stegen. Dadurch wird das Widerstandsmoment gegen Biegung ganz beträchtlich erhöht. Wenn der Zwischenraum nur gleich der halben ursprünglich beabsichtigten Gesamtwandstärke wird, dann wächst die Gesamthöhe auf das 1,5fache und das Widerstandsmoment auf das 2,2fache (gegenüber der ursprünglich halben Wandstärke sogar auf das 8,7fache). Dementsprechend sinkt die Beanspruchung nochmals auf mindestens die Hälfte und gegenüber der Beanspruchung des Gußeisens auf etwa den achten Teil.

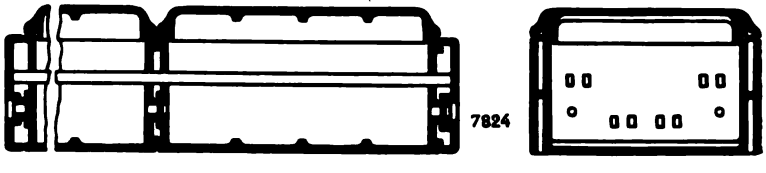


Abb. 6. Schnitt durch eine Reihe isoliertgekapselter Sammelschienenkästen.

Die durch die Doppelwände entstehenden Hohlräume haben noch weitere Vorteile. Sie gestatten die Durchführung von Deckelbefestigungs- und Wandbefestigungsschrauben, ohne daß diese Metallteile noch mit dem eigentlichen Innenraum der Geräte in Berührung kommen. Spannungsübertritt bei Beschädigungen ist also ausgeschlossen.

Abb. 1 zeigt den Leitungseinführungskasten eines Ölschützes. Außer den Doppelwänden sind die Wand- und Deckelbefestigungschrauben erkennbar, die den Innenraum nicht durchdringen.

Abb. 2 zeigt den Schnitt durch eine Reihe isoliertgekapselter Sammelschienenkästen. Bei dem Deckel, bei dem das Doppelwandprinzip nicht anwendbar ist, verwendet man Versteifungsrippen.

Durch diese Maßnahmen liegen die Verhältnisse jetzt so, daß die Metallkapselung für all die Geräte, für die eine Isolierstoffkapselung mit Rücksicht auf ihre Herstellungsziffern und damit Kosten überhaupt wirtschaftlich tragbar ist, ohne weiteres durch die Isolierstoffkapselung ersetzt werden kann, wobei sich bei dem neuen Werkstoff zusätzliche Vorteile ergeben.

Digitized by Google

Licht und Wärme.

In der Beleuchtungstechnik beanspruchen auf dem Gebiete der **Quecksilber-Hochdrucklampen** einige Neuentwicklungen der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, besonderes Interesse. Um die Leuchten für Quecksilberdampf-Lampen wie Glühlampenleuchten aufhängen und anschließen zu können, wurde eine besondere Konstruktion entwickelt. Die Drosselspule ist in die Haube der Leuchte eingebaut, somit bilden Leuchte und Zusatzgerät ein geschlossenes Ganzes. Für manche Fälle ist die Mischung von Quecksilberdampf- und Glühlampenlicht zweckmäßig. Bekanntlich fehlt im Quecksilberspektrum Rot völlig. Die hauptsächlich auf das Fehlen von Rot bei reinem Quecksilberdampflicht beruhende Farbveränderung wird durch Glühlampen-Zusatzlicht gemildert und bei richtiger Mischung praktisch aufgehoben (Abb. 1). Vorwiegend verwendet man Mischlicht für Innenraumbeleuchtungen, um Farben besser erkennen zu können. Für Verkehrsbeleuchtung genügt im allgemeinen reines Quecksilberdampf-Licht, da entweder die Farbveränderung nicht stört oder aber andernfalls durch das Glühlampenlicht in der Nähe befindlicher Scheinwerfer- und Lichtreklameanlagen die Farbveränderungen fast aufgehoben wird. Werden in dieser Beziehung besonders hohe Ansprüche gestellt und sind Glühlampenanlagen als Zusatzlicht in der Nähe nicht vorhanden, so genügt schon ein Glühlampen-Lichtstromanteil von etwa 20 %, um für die Fußgänger die Farbveränderung unbemerkbar zu machen. Will man dagegen jedoch die Lichtfarbe möglichst nahe dem Tageslicht angleichen, so muß ein Mischverhältnis von 1 : 1 nach dem Lichtstrom gewählt werden. Dieses Mischlicht ist dann immer noch wesentlich wirtschaftlicher als die Anwendung von Tageslichtlampen, denn die Lichtausbeute beträgt etwa 26 Lm/W gegenüber nur 8 Lm/W bei den Tageslichtlampen. Die Quecksilberdampf-Lampen sind den gebräuchlichen Bogenlampen auch dann noch gleichwertig, wenn wegen der Lichtfarbe eine Mischung mit Glühlampenlicht verlangt wird. Der Leistungsfaktor bei Glühlampen-Zusatzlicht liegt bei einem Mischverhältnis von 1 : 1 bei etwa 0,85. Hieraus kann gefolgert werden, daß die vielfach geäußerte Befürchtung über die Verschlechterung des Leistungsfaktors der Lichtstromnetze bei Anschluß von Metalldampflampen tatsächlich als unbegründet angesehen werden kann. Man wird im Lichtnetz immer eine wesentlich größere Anschlußleistung an Glühlampen als an Metalldampflampen haben, so daß eine nennenswerte Verschlechterung des Leistungsfaktors nicht eintritt.

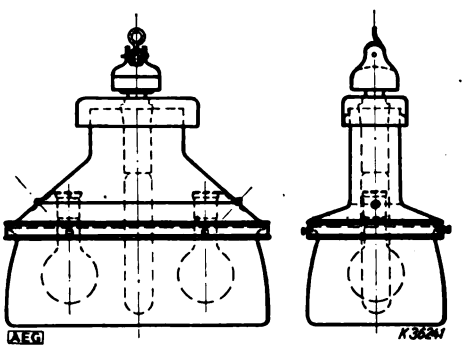


Abb. 1. Quecksilber-Hochdrucklampe mit Glühlampen-Zusatzlicht.

Die im Laufe des letzten Jahres gesammelten Erfahrungen beweisen, daß die gestellten Erwartungen erfüllt wurden. Natürlich muß man bei diesen neuen Quecksilberdampf-Lampen auf die Betriebseigenschaften und die Lichtfarbe Rücksicht nehmen und die Eignung der Lampe für neue Anwendungsgebiete durch eine Probebeleuchtung prüfen.

Für den Betrieb von Natrium- und Quecksilberdampf-Lampen hat die Transformatoren-Fabrik Magnus, Tramag, Nürnberg-S., **Drosseln** und **Heiztransformatoren** entwickelt.

Eine besondere Art der Quecksilberdampf-Lampen sind die Erzeuger ultravioletten Lichtes. Ihre Bedeutung liegt vor allem auf gesundheitlichem Gebiete. Hierfür stellt die Firma Brunnquell & Co., Sondershausen, Thür., eine wohlfeile Quarzlampe in Form eines **Handstrahlers** von hoher Leistungsfähigkeit her. Der Handstrahler, welcher in Abb. 2 dargestellt ist, bietet den großen Vorteil, daß der Brenner in jeder Körperlage, also auch liegend, in Betrieb gesetzt und die Bestrahlung an jeder gewünschten Stelle des Körperteils vorgenommen

Abb. 2. Handstrahler der Firma Brunnquell & Co.

werden kann. Das Zünden des Handstrahlers erfolgt wie bei einer Glühlampe durch Betätigung eines Schalters. Geringer Stromverbrauch und hohe Unempfindlichkeit des Brenners gegen Erschütterungen zeichnen den Handstrahler aus.

Für den gleichen Zweck hat schon seit langer Zeit die Quarzlampengesellschaft Hanau ihre **künstliche Höhensonne** entwickelt und bringt dieses Jahr zwei Jubiläumsmodelle heraus, bei denen ganz neue Wege der Fabrikation beschritten worden sind. An Stelle des Quarzbrenners mit Kippzündung besitzen die neuen S-Brenner feste aktivierte Metallelektroden, in denen nur eine geringe Menge Quecksilber enthalten ist. Das Zünden des Brenners bei Wechselstrom wird durch eine einfache Schalterdrehung bewerkstelligt. Die Intensität der Ultraviolettbestrahlung kann vermittels eines verchromten

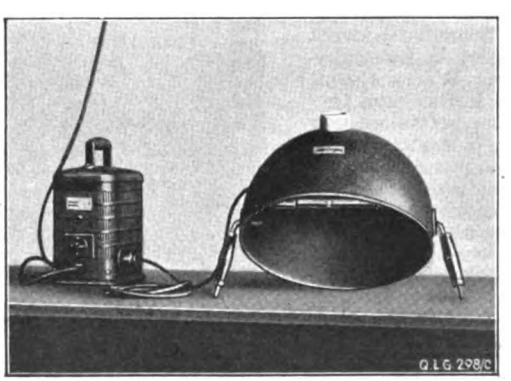


Abb. 3. Analysen-Quarzlampe der Quarzlampengesellschaft Hanau.

Digitized by Google

Verstärkungsreflektors bedeutend verstärkt werden. Außerdem hat die Quarzlampengesellschaft die neue kleine Alpina-Heimsonne geschaffen, damit auch die weniger kaufkräftigen Kreise in der Lage sein sollen, Höhensonnenbestrahlungen im eigenen Heim vorzunehmen. Die Aufnahmeleistung beträgt nur etwa 500 W. Eine weitere Neuheit stellen die tragbaren **Analysen-Quarzlampen** dar. An Stelle des früheren Aufbaues derartiger Lampen, nämlich Quarzlampe und Dunkeluviolfilter, tritt ein Brenner, dessen Gefäßhülse aus dem Filterglas selbst besteht. Diese neue Brennerkonstruktion, die in Rohrform hergestellt wird, arbeitet mit Quecksilber-Hochdrucklichtbogen, wobei das von ihm ausgestrahlte Licht fast ausschließlich den Spektralbereich um die Wellenlänge von 366 μ enthält. Der Brenner ist, wie aus der Abb. 3 ersichtlich, in einer halbkugelförmigen Kappe eingebaut, die als Lichtschutz dient und zwei Öffnungen besitzt. Durch eine dieser Öffnungen kann das zu untersuchende Objekt betrachtet, durch die andere Öffnung photographiert werden. Der zu untersuchende Gegenstand wird von der Kugelkappe bedeckt, die zwei Griffe besitzt und in jeder gewünschten Richtung und Lage (horizontal und vertikal) benutzt werden kann. Ein weiterer Vorteil dieser Neukonstruktion besteht ferner darin, daß man sie wahlweise an Gleich- oder Wechselstromnetze von 220 V anschließen kann. Die Aufnahmeleistung beträgt nur 650 W.

Auf dem Gebiet der Elektrowärme zeigt die Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co. AG., Berlin, neue Geräte aus Porzellan. Diese besitzen gegenüber den metallischen den sehr großen Vorzug der volkommenen Neutralität gegenüber den Genußmitteln; auch wird der Werkstoff durch die Säuren der Speisen nicht angegriffen. Die von der Porzellanfabrik Rosenthal entwickelte **Glühkochstelle** mit einer Leistung von 600 W stellt für die Belastung der Elektrizitätswerke einen fast reinen Wirkstromverbraucher dar, der in der Regel zu einer Zeit niedriger Belastung verwendet wird. In diese Glühkochstelle können dazu passende Kaffeekannen, Teekannen und Kochtöpfe eingesetzt werden. Sie wurde kürzlich weiter vervollkommnet und als reguläre Kochstelle ausgebildet, und zwar mit drei Schaltstufen, 600, 400, 200 W (stark, mittel, schwach) (Abb. 4). Infolgedessen lassen sich jetzt auf der Glühkochstelle auch alle Gerichte zubereiten, die ein langsames Fortkochen erfordern. Sie ist also im Haushalt und für alleinstehende Personen vielseitig verwendbar. Auch für ärztliche, pharmazeutische und chemische Zwecke ist sie gut brauchbar. Auf dem Stand der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal ist ferner noch die **Grillhaube** zu sehen, die es gestattet, in kurzer Zeit Speisen herzustellen, ferner die **Wärmeplatten,** die es ermöglichen, Speisen auf dem Tisch warmzuhalten. Das auf die Platte gestellte Wärmegut behält eine Temperatur von 60 ··· 70 ° dauernd, während die Platte Endtemperaturen auf der Plattenoberfläche bis 120 ° erreicht. Eine Sonderausführung der Wärmeplatte wird verwendet in Laboratorien zur Warmhaltung von Spritzflaschen, ferner zum Aufstellen von Bechergläsern, zum Abdampfen von Ammoniak und ähnlichen Stoffen. Auch hierin stellt die Verwendung der Wärmeplatte aus Porzellan in Laboratorien, gegenüber den Sandbädern, eine erhebliche Verbesserung dar, da die Wärmezuführung gleichmäßig erfolgt, während bei Gas mehr oder minder mit Schwankungen zu rechnen ist und die Abgase auch die zu behandelnden Chemikalien angreifen können. Die Platten sind säurefest.

Abb. 4. Glühkochstelle mit 600 W Anschlußwert.

Schließlich stellt die Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co. eine **Strahlsonne** aus, die besonders für das Badezimmer bestimmt ist (Abb. 5). Sie wird wie eine Schrägleuchte fest an der Wand angebracht und ist ganz aus Porzellan hergestellt. Selbst der Reflektor besteht aus Porzellan und ist innen durch einen auf keramischem Wege aufgebrachten Metallbelag verspiegelt. Für besondere Zwecke kann in die Strahlsonne statt des Heizkörpers eine Lampe eingeschraubt werden, so daß der Reflektor dann als Tiefstrahler wirkt.

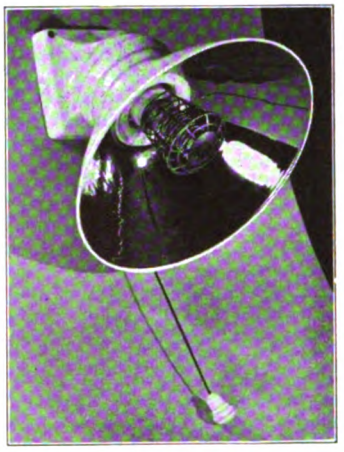


Abb. 5. Strahlsonne.

Auch die Firma Eltron, Dr. Theodor Stiebel, Berlin-Tempelhof, hat ihre elektrischen **Heißwassergeräte** vielfach verbessert. Der **Ringtauchsieder** wird nunmehr in verstärktem Umfang auch in der Industrie und im Gewerbe nicht nur zur Erwärmung von Wasser, sondern auch in Sonderausführungen zur Erwärmung von Öl und anderen schwersiedenden Flüssigkeiten benutzt. Der bereits zur Messe 1934 gezeigte **Eltron-Tauko-Topf,** der abwaschbare elektrische Wasserkocher, hat eine wesentliche Bereicherung durch die Schaffung eines dazu passenden Milcheinsatzes (Abb. 6) gefunden, der es gestattet, mit etwa 175 W 1 l Milch zu kochen, ohne daß die Gefahr des Überkochens besteht. Der **Durchlaufspeicher** kann nunmehr auch mit einer Kochstufe geliefert werden. Je nach Stellung eines einfachen Handschalters kann dem Durchlaufspeicher dann wahlweise heißes Wasser von 85 ° oder kochendes Wasser von nahezu 100 ° entnommen werden. Die mit Nachtstrom geheizten Normalspeicher haben eine wichtige Neuerung in der sogenannten Sparschaltung erhalten. Der gleiche Speicher kann durch Umschaltung eines einfachen Schalters an Tagen geringer Ausnutzung mit einer Wassertemperatur von 55 ° C, an anderen Tagen mit 85 ° betrieben werden, wodurch eine Senkung der Wärmeverluste um fast 50 % erreicht wird. Im vergangenen Jahre konnten gerade an den Kochendwasser-Ablaufspeichern (8 ··· 150 l Inhalt) wesentliche Verbesserungen hinsichtlich der Genauigkeit und Betriebsicherheit der Temperaturregelung gemacht werden, so daß in diesem Speicher ein brauchbares Gerät für die Getränkebereitung in Fabrik- und Bürokantinen, in Cafés, Gaststätten, Arbeitslagern usw. zur Verfügung steht.

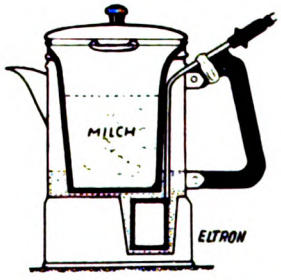


Abb. 6. Eltron-Tauko-Topf mit Milcheinsatz.

Die **Elo-Zimmeröfen** der Ofenfabrik E. Löw, Baden-Baden-Oos, sind ganz aus Ton hergestellt. Diese Konstruktion bedarf wohl ein etwas längeres Anheizen des Raumes, gibt jedoch die Wärme in einer gleichmäßigen und hygienischen Weise an die Raumluft ab. Die Widerstände lassen sich ferner leicht auswechseln. Ein Kachelofen zur Ausnutzung des billigen Nachtstromes oder billigen Abfallstromes speichert die aufgenommene Energie in einer etwa achtstündigen Ladezeit auf und gibt sie in der darauf folgenden Entladezeit, die bis zu 15 Stunden währen kann, wieder an den Raum ab. Diese **Elo-Wärmespeicheröfen** sind für eine Aufnahmeleistung von 1,5 bis 7 kW entwickelt worden. In dem aus Kacheln hergestellten Elo-Speicherherd wird ebenfalls der billige Nachtstrom teilweise zum Kochen und zur Warmwasserbereitung und teilweise zur Erwärmung der Küche ausgenutzt. Bei dem von derselben Firma hergestellten keramischen **Elo-Garageofen** sind die Widerstände ganz in Ton eingebettet, so daß irgendwelche feuergefährlichen Flüssigkeiten und Gase durch den in Betrieb befindlichen Ofen nicht zur Entzündung gelangen können.

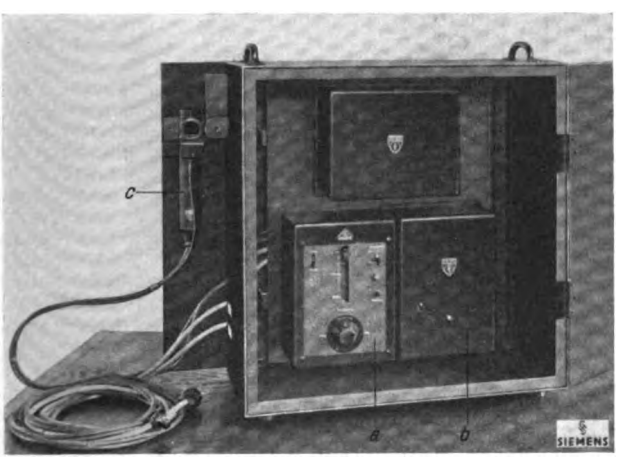
Digitized by Google

Der von der Gesellschaft für elektrische Anlagen AG., Stuttgart, gezeigte **Haushalt-Herd** zeichnet sich durch seine schlichte und einfache äußere Form aus. Vorstehende Ecken und Kanten sind vermieden worden. Die Backröhre konnte infolge ihres versenkbaren Einbaus gut nach außen isoliert werden, so daß die Wärmeableitung nur gering ist.

Lichtelektrische Steuerungen.

Die lichtelektrische Zelle ist als Mittel zur Umwandlung von Lichtschwankungen in elektrische Stromänderungen eigentlich schon sehr lange bekannt. Da jedoch bis zur Entwicklung von Verstärkerröhren die Möglichkeit fehlte, die außerordentlich schwachen Photoströme so zu verstärken, daß sie zur Steuerung irgendwelcher Schaltglieder benutzt werden konnten, hat sie lange Zeit keine praktische Bedeutung erlangt. Heute wird die Lichtzelle nicht nur bei der Tonfilmwiedergabe, Bildtelegraphie und beim Fernsehen, sondern auch in der Industrie verwendet. Sie kann überall da mit Erfolg eingesetzt werden, wo bei Belichtungsänderung der Zelle ein Vorgang aufgezeichnet oder ein Schaltvorgang ausgelöst werden soll und wo das gleiche Ziel durch mechanische Schalteinrichtungen nicht erreicht werden kann. Eine der vielen Anwendungsmöglichkeiten ist die Verwendung in Walzwerken zur **Steuerung elektrisch angetriebener Scheren,** und zwar in einer Ausführung der Siemens & Halske AG., Berlin.

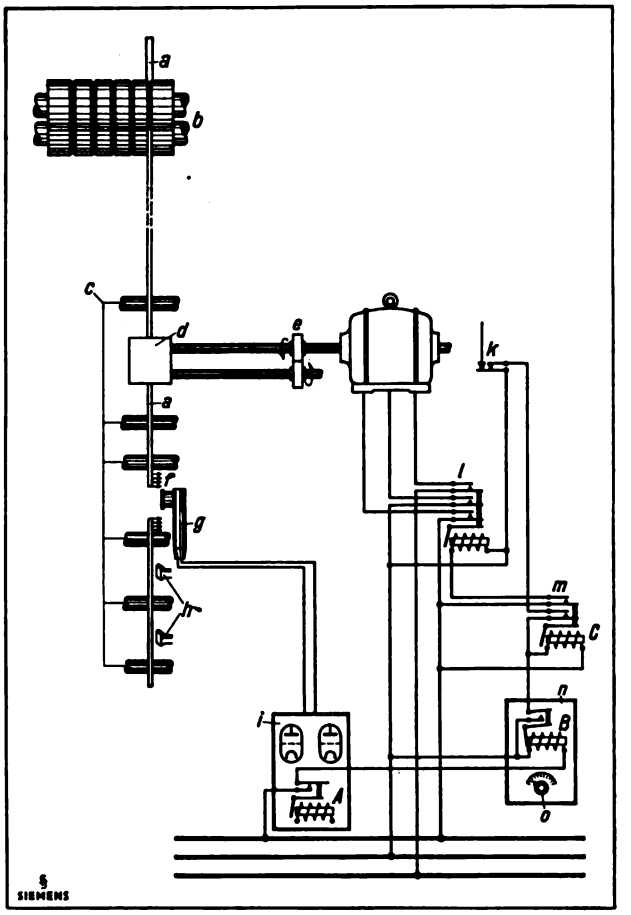
Das Schneiden des auf das gewünschte Profil gebrachten Walzgutes geschieht bekanntlich bisher meist so, daß ein in passendem Abstand von der elektrisch angetriebenen Schere angeordneter Klappenschalter durch das ankommende Walzgut angestoßen und dadurch die Schere in Betrieb gesetzt wird. Besonders bei weniger kräftigen Profilen führt nun der geringe Widerstand, den der glühende Werkstoff in der Walzenstraße beim Anstoßen an die Klappe des Anstoßschalters findet, leicht dahin, daß sich der Werkstoff verbiegt und aus dem Bett herausspringt, wodurch Personen gefährdet, zum mindesten aber Betriebsunterbrechungen hervorgerufen werden. Dem kann man dadurch vorbeugen, daß man die Arbeit des Anstoßschalters durch eine Lichtzelle mit Verstärker ausführen läßt, wobei die Lichtzelle durch die Strahlung des glühenden Walzgutes beeinflußt wird. Dadurch ergibt sich der Vorteil, daß das Walzgut ungehindert in der Walzrinne laufen kann und damit die Gefahr des Herausspringens vermindert ist. Außerdem wird eine große Übereinstimmung der einzelnen Schnittlängen erzielt und Ausschuß weitgehend vermieden.



a Verzögerungseinrichtung *b* Verstärker *c* Zellenhalter

Abb. 1. Lichtelektrische Steuereinrichtung für Walzwerke.

Die lichtelektrische Steuereinrichtung besteht aus einer lichtelektrischen Zelle, die zum Schutz gegen mechanische Zerstörung in einem mit Fenster zum Durchlassen der Strahlen auf die Zellen versehenen Zellenhalter untergebracht ist, einem zweistufigen, als Netzanschlußgerät gebauten Verstärker, der durch Kabel mit der Zelle verbunden ist, und einer Verzögerungseinrichtung mit mehreren nacheinander ansprechenden Relais. Abb. 1 zeigt die gesamte Einrichtung. Aus Abb. 2 ist die Arbeitsweise zu ersehen; der Vorgang ist folgender: Sobald das Walzgut vor die Lichtzelle gelangt, wird durch Strahlungseinwirkung auf die Zelle ein kurzer Stromstoß über den Verstärker *i* auf das Relais *A* gegeben. Das Relais zieht



a	Walzgut	*i*	Verstärker
b	Walzen	*k*	Kontakt (durch Endkontakt der Schere betätigt)
c	Rollgang für Walzgut	*l*	Anlaßschütz
d	Schneidevorrichtung	*m*	Relais
e	Antrieb für Schneidevorrichtung	*n*	Verzögerungseinrichtung
f	Wärmestrahlen	*o*	Drehknopf zum Einstellen der gewünschten Verzögerung
g	Lichtzelle		
h	Auswerfer		

Abb. 2. Darstellung der Arbeitsweise einer lichtelektrischen Schalteinrichtung zur Steuerung einer Schere im Walzwerk.

kurzzeitig an und unterbricht durch Öffnen seines Ruhekontaktes den Ruhestromkreis für das Relais *B* in der Verzögerungseinrichtung *n*. Das hierdurch bedingte Abfallen des *B*-Relais ruft durch Schließen des *B*-Relaiskontaktes ein Ansprechen des Relais *C* hervor. Dabei kann durch Verstellen des Drehknopfes *o* in der Verzögerungseinrichtung erreicht werden, daß die Zeit zwischen dem Ansprechen des *A*- und *B*-Relais in den Grenzen von 25 bis 250 ms schwankt. Das *C*-Relais setzt das Anlaßschütz *l* für die Scherensteuerung in Betrieb und bleibt so lange angezogen, bis durch einen mechanischen Endkontakt an der Schere nach durchgeführtem Schnitt der Haltestromkreis aufgetrennt und damit die Einrichtung für einen neuen Schritt vorbereitet wird. —

Man kann allgemein die lichtelektrischen Steuergeräte je nach ihrer Arbeitsweise grundsätzlich in zwei Ausführungen einteilen. Die einfachste Ausführungsform mit dem weitaus größten Anwendungsgebiet arbeitet nach dem Prinzip der Hell-Dunkel-Schaltung. Sie besteht meist aus einem Lichtrelais und einer besonderen Lichtquelle und führt die Bezeichnung Lichtschranke. Die Allgemeine Elektricitätsgesellschaft, Berlin, hat auf Grund der in den letzten Jahren gesammelten

Digitized by Google

Erfahrungen ein neues **Lichtrelais** entwickelt (Abb. 3), das auf Grund seines konstruktiven Aufbaues und der hierdurch bedingten hohen Betriebsicherheit der Photozelle als technisches Steuerglied noch weitere Anwendungsgebiete erschließen wird. Es besteht aus Photozelle, Relais und zwischengeschaltetem Verstärker. Die Speisung des Photozellen- und Verstärkerkreises erfolgt unmittelbar aus einem kleinen eingebauten Hilfsumspanner, dessen Primärwicklung für den Anschluß an 110, 130 und 220 V Wechselspannung von 50 Hz vorgesehen ist. Das eingebaute Feinrelais besitzt einen Umschaltkontakt, der eine Schaltleistung von 50 VA bei Spannungen bis 220 V bewältigen kann. Zum einwandfreien Betrieb wird an der Photozelle eine Mindestbeleuchtungsstärke von 30 Lux gefordert. Das Lichtrelais eignet sich besonders zur Erfassung und Zählung von Vorgängen und Gegenständen, bei denen eine mechanische Abtastung aus verschiedenen Gründen nicht zulässig ist.

Abb. 3. Kleinlichtrelais.

Eine weitere Ausführungsform stellt der **Schwellwertschalter** der A E G dar, der im Gegensatz zu dem beschriebenen Lichtrelais einen Schaltvorgang auslöst, wenn

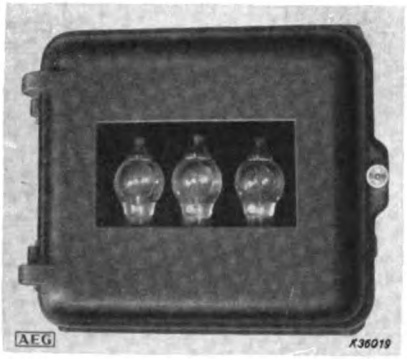


Abb. 4. Meßeinrichtung der selbsttätigen Lichtwarte.

der auf die Photozelle auftreffende Lichtstrom einen festgelegten Helligkeitswert über- oder unterschreitet. Schwellwertschalter finden zur selbsttätigen Überwachung von chemischen Reaktionen, zur Signalisierung unzulässiger Trübungen von Gebrauchs- und Abwässern usw. Verwendung. Die bekannteste Form eines Schwellwertschalters dürfte jedoch die Einrichtung sein, die zur selbsttätigen Ein- und Ausschaltung künstlicher Beleuchtung dient.

Ein Gerät, das im besonderen die an Schalter zur Steuerung der Straßenbeleuchtungen zu stellenden Anforderungen erfüllt, wird von der A E G unter der Bezeichnung **selbsttätige Lichtwarte** auf den Markt gebracht. Sie besteht aus der Meß- und der Schalteinrichtung. Die in einem wasserdichten Gußgehäuse untergebrachte Meßeinrichtung (Abb. 4) enthält den Photozellen- und den Verstärkerkreis, der über einen Gleichrichter und einen Spannungsstabilisator an die Netzspannung angeschlossen wird. Die Schalteinrichtung (Abb. 5) kann örtlich von der Meßeinrichtung getrennt werden. Sie enthält ein Milliamperemeter mit Höchst- und Niedrigstkontakt, eine Schaltuhr mit astronomischer Kontaktverstellung, eine gittergesteuerte Entladungsröhre, ein Verzögerungsrelais und ein Schaltrelais. Die Arbeitsweise der Steuereinrichtung ist folgende:

Abb. 5. Schalteinrichtung der selbsttätigen Lichtwarte.

Die tagsüber spannungslose Einrichtung wird durch die Schaltuhr etwa 1 ··· 2 h vor dem Eintritt der Dämmerung an Spannung gelegt. Der Zeiger des Milliamperemeters liegt am Niedrigstkontakt an, da die Schaltung so gewählt ist, daß der Photozellenstrom durch die Verstärkerröhre im umgekehrten Verhältnis zur Helligkeit verstärkt wird und der Anodenstrom der Verstärkerröhre mit abnehmender Helligkeit größer wird. Bei Erreichen der eingestellten Einschalthelligkeit (z. B. 5 Lux) hebt sich der Zeiger vom Niedrigstkontakt ab, die Entladungsröhre zündet, und nach Ablauf von etwa 40 s erfolgt die Einschaltung der Beleuchtung. Gleichzeitig mit dem Schaltvorgang wird die gesamte Meßeinrichtung wieder spannungslos gemacht. Vor Anbruch der Morgendämmerung wird die Einrichtung durch die Schaltuhr erneut an Spannung gelegt. Der Zeiger des Strommessers liegt zunächst am Höchstkontakt. Beim Hellerwerden sinkt der Anodenstrom unter den eingestellten Schaltwert (Ausschalthelligkeit etwa 1 Lux). Der Zeiger hebt sich von dem Höchstkontakt ab, die Röhre zündet, und abermals nach etwa 40 s wird die Beleuchtungsanlage aus- und die Steuerung wieder abgeschaltet. Da in vielen Fällen diese genaue Arbeitsweise nicht verlangt wird, ist außerdem ein vereinfachtes Photozellengerät entwickelt worden, das die Beleuchtungsanlage bei annähernd gleichen Helligkeitswerten ein- und ausschaltet. Bei dem **Dämmerungsanzeiger** sind die Photozelle und die Steuerteile in einem Gußgehäuse vereinigt. Auf Grund ihrer besonderen Vorzüge und zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten werden von der A E G ausschließlich Alkaliphotozellen hergestellt, sie finden auch in den beschriebenen Geräten Verwendung.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Von der Norma Instrumenten-Fabrik Bonwitt & Co., Wien, wurde ein neuer direkt zeigender **Kapazitätsmesser** entwickelt, der in Abb. 1 dargestellt ist und bei der Herstellung von Kondensatoren in Kabelfabriken, Prüfräumen u. a. verwendet wird. Das Instrument arbeitet nach dem Dynamometerprinzip und besitzt ein eisengeschlossenes Meßwerk ohne mechanische Richtkraft. Die Feldspulen liegen in Reihe mit einem Kondensator an einer Wechselstromquelle, ebenso der eine Teil der Kreuzspule mit einem Vergleichskondensator, der andere mit dem zu messenden Kondensator. Diese

Abb. 1. Betriebs-Kapazitätsmesser, Meßbereich 3000, 15 000 und 60 000 cm

Prinzipschaltung wurde zur Anpassung an die geforderten und mannigfachen Betriebsverhältnisse in folgender Weise ergänzt. Ein Eingangstransformator, verbunden mit einer besonderen Schutzschaltung, bewirkt bei Anschluß eines mit Kurzschluß behafteten Kondensators oder Kabels einen sofortigen Spannungsrückgang an den Klemmen des Meßwerkes und eine bedeutende Verkleinerung der Ströme in der Drehspule, wodurch ein kleines Drehmoment zustande kommt und der Zeiger langsam über die Skala gezogen wird. In diesem Fall und ebenso in dem Falle des Anschlusses eines mit Gleichstrom aufgeladenen Kondensators ist keinerlei Beschädigung des Gerätes zu erwarten. Ferner liegt an der Sekundärseite des Übertragers in Reihe mit dem Meßwerk ein Resonanzkreis für die Netzfrequenz, der die Oberwellen abhält, wodurch eine wesentliche Ursache von Fehlmessungen beseitigt wird. Die oben erwähnte Fremderregung des Systems und geeignete Phasenverschiebung der Ströme im Feld und in der Drehspule sichern ein hohes Drehmoment; weiterhin bleibt der Fehlwinkel von normalen Glimmer-, Papier- oder Ölpapierkondensatoren ohne wesentlichen Einfluß auf die Meßgenauig-

Digitized by Google

keit. Außerdem ist durch Anwendung des Quotientenmessersystems eine weitgehende Unabhängigkeit von Spannungs- und Freuenzschwankungen bedingt. Die Skala des Instrumentes ist gegen das Ende zu etwas gedrängt, wodurch auch im unteren Teil der Skala eine höhere Ablesegenauigkeit ermöglicht wird. Für die Messung kleinerer Kapazitäten wird ein Punkt der Schaltung geerdet, um die Erdkapazität des Gerätes festzulegen und es unabhängig von der Handkapazität zu machen. Die Eichung der Skala erfolgt in µF oder cm. Die Meßgenauigkeit beträgt ± 0,5 %, bei den kleineren Meßbereichen ± 1 %. Die Messung mit dem in tragbarer Form ausgebildeten Gerät, das für ein und mehrere Meßbereiche ausgeführt wird, ist einfach. Das Instrument wird direkt an das Netz angeschlossen, der Nullpunkt des Zeigers auf der Skala geprüft und u. U. nachgestellt, ein entsprechender Meßbereich gewählt, der Prüfling an die Klemmen angeschlossen und der Zeigerausschlag abgelesen.

Für viele Hochspannungsprüfungen, die zur Materialprüfung oder Fabrikationsüberwachung notwendig sind, stellen die von Richard Jahre, Berlin SO 16, gebauten **Gleichstrom-Hochspannungs-Prüfgeräte** einen Fortschritt dar. Bisher wurde in überwiegendem Maße die Prüfung mit hochgespanntem Wechselstrom vorgenommen, obwohl dem Fachmann bekannt war, daß auf diese Weise meistens nur eine mechanische oder dielektrische Zerreißprobe bewirkt wird, welche bei unvorsichtiger Handhabung die

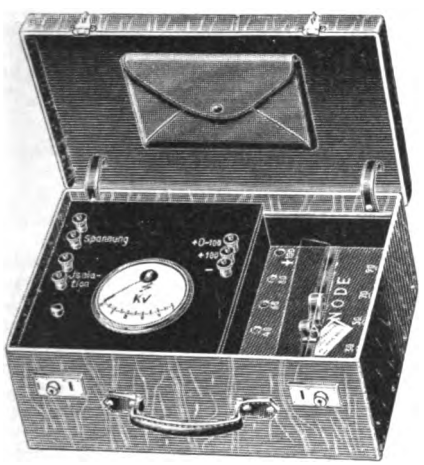


Abb. 2. Koffergerät für Gleichstrom-Hochspannungsprüfung.

Isolation schädigen kann. Es ist also sehr leicht möglich, daß die Isolationsgüte durch die Prüfung herabgesetzt wird, obgleich ein Durchschlag nicht erfolgt. Bei großer Kapazität des Prüflings ist eine Hochspannungsprüfung mit Wechselstrom schwierig, da die Stromquelle eine hohe Blindleistung abgeben muß. Eine einwandfreie Bestimmung der Spannungsfestigkeit ist unter allen Umständen nur mit Gleichspannung möglich.

Wenn man sich bisher trotzdem mit der Wechselstromprüfung behalf, lag es einfach daran, daß die Kosten für Errichtung und Betrieb einer Gleichstrom-Hochspannungsanlage so hoch waren, daß nur in Sonderfällen mit einer Amortisation zu rechnen war. Beispielsweise wog der kleinste Dynamosatz für 10 000 V Gleichstrom rd. 700 kg, der Preis der Prüfanlage betrug etwa 4000 RM und die Stromkosten je Betriebstunde etwa 0,30 RM. Der Maschinensatz war zur Hergabe einer hohen Leistung befähigt, dieselbe konnte aber für Prüfzwecke kaum ausgenutzt werden. Anderseits war es nicht möglich, für kleinere Leistungen zu geringerem Gewicht oder Preis zu kommen. Die Errichtung einer Prüfanlage mittels Gleichrichterröhren wird nicht wesentlich günstiger. Die Errichtungskosten sind niedriger, aber die Unterhaltungskosten höher. Die neuen Prüfgeräte der Firma Jahre haben geringen Raumbedarf, sind leicht transportabel und niedrig im Anschaffungspreis. Der Stromverbrauch beträgt wenige Milliampere, so daß die Betriebskosten zu vernachlässigen sind. Es wird ein Koffergerät (Abb. 2) für Prüfungen mit 0 bis 5000 V geliefert, das zur Prüfung der Spannungsfestigkeit von Kabeln, Installationen und Maschinen geeignet ist, sowie ein ortsfestes Gerät mit von 0 bis 5000 V stetig regelbarer Spannung. Die Geräte enthalten Gleichstromtransformatoren, die mit Hilfe schwingender Zungen Kondensatoren aufladen. Der Anschluß primärseitig erfolgt direkt ans Lichtnetz (Wechsel- oder Gleichstrom). —

Durch Verordnung des Reichswirtschaftsministers vom 22. XII. 1932 wurde die Eichpflicht der zur Längenmessung dienenden Meßmaschinen zum Gesetz erhoben. An die Kabelindustrie und deren Verbraucher tritt daher die Frage heran, wie die Meßmaschinen beschaffen sein müssen, damit sie den gesetzlichen Bestimmungen entsprechen. Die in Leipzig ausgestellten **Längenmeßgeräte** der Land- und Seekabelwerke A. G. in Köln-Nippes sind von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zur Eichung endgültig zugelassen. Da die Anforderungen je nach Art und Stärke des Meßgutes verschieden sind, wurden 3 Größen entwickelt nach dem Grundsatz eines einfachen und übersichtlichen Aufbaues, dauerhafter Ausführung und genauer Messung auch unter ungeübten Händen.

Das Längenmeßgerät F 3 (Abb. 3) dient zur Messung biegsamer Starkstromleitungen bis 10 mm Dmr. sowie von Drähten und Litzen aller Art. Das Meßgut wird unter dem Meßrad von 1 m Umfang tangential durchgeführt und von einer unter Federwirkung stehenden Rolle angedrückt. Um ein Abgleiten dünner Drähte zu verhindern und das Meßgut zu schonen, sind zu beiden Seiten waagerechte Führungsrollen angeordnet und an der Zuführungsseite ein senkrechtes Rollenpaar. Zur Vermeidung von Schlüpfung ist die Druckrolle gummiert. Bedient wird einfach dadurch, daß die Druckrolle durch einen Hebel nach unten gedrückt und das Meßgut eingelegt wird. Ein großes Zählwerk mit Dezimeterteilung und Nullstellung in Verlängerung des Meßrades sowie die Kennmarke zum Anlegen und Abtrennen des Meßgutes erleichtern die Übersicht. Das Längenmeßgerät F 2 für Kabel bis 20 mm Dmr. ist gleichfalls mit tangentialer Führung des Meßgutes gebaut, und zwar durch Anordnung von je zwei waagerech-

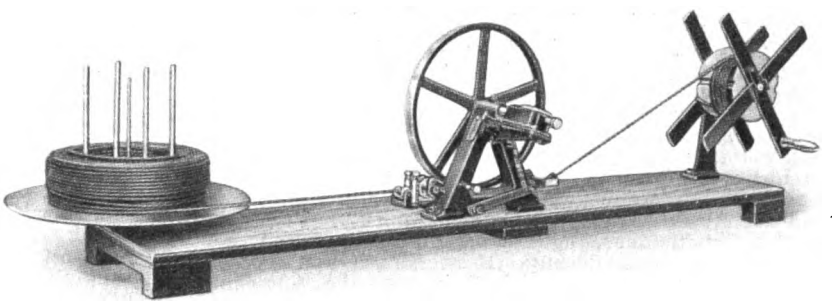


Abb. 3. Längenmeßgerät F 3 für Drähte und Litzen bis 10 mm Dmr.

ten und senkrechten Rollenpaaren. Die Bauart unterscheidet sich von der oben beschriebenen durch die Art des Kraftschlusses zwischen Meßgut und Meßrad. Dieser wird nicht mehr durch eine unter Federdruck stehende Rolle, sondern dadurch herbeigeführt, daß das in einer schwenkbaren Gabel gelagerte Meßrad von 0,5 m Umfang mit seinem Eigengewicht das Meßgut gegen ein im Gestell ortsfest gelagertes Rad drückt. Zur Längenmessung von Kabeln bis 40 mm Dmr. wird schließlich noch ein schweres Längenmeßgerät Type F 0 gebaut (Abb. 4), das eine stär-

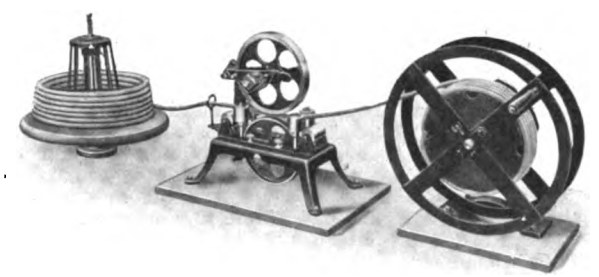


Abb. 4. Längenmeßgerät F 0 für Kabel bis 40 mm Dmr.

kere Ausführungsform des zuletzt beschriebenen darstellt. Die Messung erfolgt jedoch durch ein Meßrad von 1 m Umfang, das in einem kräftigen Schwenkarm gelagert ist. Um bei steifen Kabeln eine genaue tangentiale und gestreckte Durchführung zu gewährleisten, sind vor und hinter der Meßeinrichtung zwei verstellbare waagerechte und senkrechte Rollenpaare angeordnet, die sich mit wenigen Handgriffen dem Kabeldurchmesser anpassen lassen.

Digitized by Google

Hoch- und Niederspannungsgeräte.

Die Löschung des Lichtbogens bei größeren Schaltleistungen mittels Luftströmung ist bekannt. Voraussetzung für den Löscherfolg sind eine starke Abkühlung des Lichtbogens, Entfernung der Ionen und eine angemessene Schaltgeschwindigkeit. Auf diesen Grundbedingungen fußt im wesentlichen der **Leistungs-Kugeltrennschalter** der Firma DEVAG, Frankfurt a. M.-Rödelheim (Abb. 1). Zweck der Kugelkontakte ist es, dank

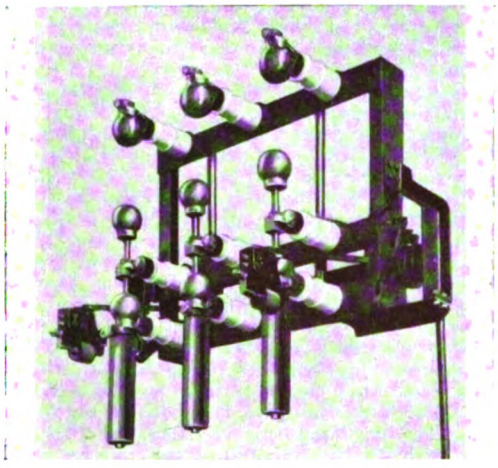


Abb. 1. Leistungs-Kugeltrennschalter.

ihrer großen blanken Oberfläche dem äußerst beweglichen Lichtbogen die Möglichkeit des Festsetzens zu nehmen und eine intensive Kühlung des Lichtbogens zu bewirken. Der bewegliche hohle Schaltstift endet in einer Ringdüse, durch welche beim Ausschalten eine Luftströmung hervorgerufen wird, die vollauf genügt, die Lichtbogenlöschung vorzunehmen. Die erforderliche Druckluft wird dabei im Kompressionszylinder während der Ausschaltbewegung erzeugt und durch die hohlen Schaltstifte der Ringdüse zugeführt. Der Schalter selbst erhält Freiauslösung. Beim Einschalten werden Federn gespannt (Kraftspeicher), welche die Ausschaltung nach Lösen der Freiauslösung vornehmen. Hierdurch erfolgt die Ausschaltung mit richtig gewählter Geschwindigkeit, was ja bei Leistungschaltung von größter Wichtigkeit ist. Die Freiauslösung gestattet die Ausrüstung der Leistungstrennschalter mit primären Überstromauslösern, Arbeitsstrom- und Nullspannungsauslösern. Die Einschaltung kann direkt mit Schaltstange, Handrad- oder Hebelübertragung, mit Motor- oder Luftantrieb für Fernbetätigung erfolgen. Die Vereinigung dieser Kugeltrennschalter mit Hochspannungs-Hochleistungsicherungen läßt die Verwendung derselben in allen Anlagen zu, wo es gilt, Abschaltungen von Hochspannungs-Transformatoren bis zu mittleren Leistungen, von Motoren, Kabeln und Freileitungen vorzunehmen.

Der Schutz von Schaltanlagen gegen Schäden durch Gewitterüberspannungen wird heutzutage nahezu vollkommen durch den Einbau von **Kathodenfallableitern** erzielt. Dieser hochwertige Überspannungschutz, den die Siemens-Schuckertwerke herstellen, hat von Jahr zu Jahr eine steigende Bedeutung gewonnen. Es ist die Aufgabe eines Überspannungschutzes, den Wanderwellen mit ihren großen Strömen einen Ausgleich gegen Erde zu gewähren, wobei die am Ableiter verbleibende Restspannung klein sein soll. Über den so geschaffenen Entladungspfad fließt dann der Betriebstrom nach, und es ist die zweite Aufgabe des Ableiters, diesen zu löschen.

Die „Kathodenfallableiter" für Hochspannung bestehen aus einer Vorschaltfunkenstrecke, einer Löschfunkenstrecke und einer Reihe übereinander gestapelter Widerstandsplatten. Dieses Halbleitermaterial hat eine sehr flach verlaufende Strom-Spannungs-Kennlinie. Daher bleibt die Restspannung, auf die der Ableiter absenkt, gering, selbst wenn er bei hoher Überspannung einen großen Strom aufnehmen muß. Diese Restspannung beträgt etwa das Doppelte der höchstzulässigen Betriebspannung und ist damit für die Isolation der zu schützenden Anlage ungefährlich. Der Wanderwellenstrom wird in der dünnen Luftschicht zwischen je zwei Widerstandsplatten und in den Platten selbst in eine große Zahl parallel geschalteter Strombahnen unterteilt. Durch diese Unterteilung wird die gute Löschung des nachfließenden, an und für sich schon kleinen Betriebstromes unterstützt, so daß eine nur kleine Löschfunkenstrecke genügt, um die Unterbrechung herbeizuführen. In Anbetracht der Geringfügigkeit des zu löschenden Betriebstromes bleibt auch die hierdurch bedingte zusätzliche thermische Belastung des Ableiters verhältnismäßig unbedeutend. Durch die Vorschaltfunkenstrecke sind die Hauptteile der Ableiter, nämlich die Löschfunkenstrecke und die Widerstandsplatten, im normalen Betrieb der Einwirkung der Spannung entzogen. Hierdurch ist eine große Betriebssicherheit gewährleistet. Ein verzögerungsfreies Ansprechen der Vorschaltfunkenstrecken wird durch eine Sonderausführung erreicht. Die Elektroden haben nämlich im Normalbetrieb ein homogenes und bei Stoßbeanspruchung ein inhomogenes Feld, das zudem noch vorionisiert wird. Durch alle diese Eigenschaften ergeben sich wirksame, aber doch verhältnismäßig kleine und leichte Geräte, deren Einbau in die Netze nicht schwierig ist und auch nicht viel Platz beansprucht.

Abb. 2. Kathodenfallableiter für Ortsnetze.

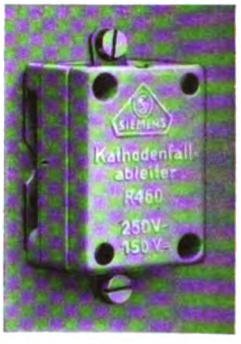


Abb. 3. Kathodenfallableiter für Hausinstallationen.

Durch die Niederspannungsableiter können Niederspannungsanlagen wirksam gegen Überspannungen von vielen 100 000 V geschützt werden. Die Ortsnetzableiter nach Abb. 2 können in geschlossenen Räumen und im Freien, beispielsweise an einem Mast oder an der Außenwand von Gebäuden, angebracht werden. Bei dem Einbau in Transformatorenstationen empfiehlt sich jedoch eine Anbringung in unmittelbarer Nähe der Schalttafel. Zum Schutz einzelner Abnehmeranlagen sind noch kleinere Hausinstallationsableiter nach Abb. 3 entwickelt worden, die auf Zählertafeln angebracht werden können und ebenfalls einen sicheren Überspannungschutz für Stoßspannungen bis über 300 000 V gewährleisten. —

In Gegenden mit Gleichstromversorgung ist es für den Betrieb von Schutzwandlern, Neonbeleuchtungen, Spielzeug-Eisenbahnen u. ähnl. notwendig, den Gleichstrom in erdschlußfreien Wechselstrom umzuformen. Dies geschieht am billigsten mit Hilfe von Schwingpendeln, und nach diesem Prinzip arbeitet auch der **Wechselrichter** der DEVAG, Frankfurt a. M.-Rödelheim. Die Apparate, die von der Firma in verschiedenen Sonderbauarten ausgeführt werden, bestehen im wesentlichen aus einem Transformator, dessen Primärwicklung eine Mittelanzapfung besitzt. Während diese dauernd mit dem einen Pol der Gleichstromquelle verbunden bleibt, wird der andere Pol derselben in raschem Wechsel bald mit dem einen, bald mit dem andern Ende der Primärwicklung verbunden. Dies geschieht mit Hilfe des Pendelschalters, welcher wie der Hammer einer elektrischen Klingel selbsttätig arbeitet. In der Sekundärwicklung des Trafo werden hierbei Spannungen induziert.

Die Kurvenform der vom Wechselrichter gelieferten Sekundärspannung ist schwach trapezartig, und das Verhältnis der Zeiträume, während deren die Spannung angenähert stetig ist, zur Dauer der Spannungsänderungen entspricht dem Verhältnis der Zeiten, während deren der Primärkreis geschlossen bzw. unterbrochen ist. Man hat es in der Hand, die Kurvenform der induzierten Spannung mehr zickzackartig zu gestalten oder sie in der Hauptsache aus waagerechten Linienstücken zusammenzusetzen, wie es der jeweilige Verwendungszweck am günstigsten erscheinen läßt.

Selbstverständlich können die Wechselrichter so gebaut werden, daß die erzeugte Wechselspannung erdschlußfrei ist. Dies wird besonders erwünscht sein, wenn die Apparate zum Betrieb von Spielzeug und an Stelle von Schutzwandlern verwendet werden sollen. In anderen Fällen ist es vorteilhafter, die Sekundärwicklung des Trafo zumindest kapazitiv mit der Gleichstromseite zu

Digitized by Google

koppeln, wenn man sie nicht einfach galvanisch mit ihr verbinden will. Die Wechselrichter stören den Rundfunkempfang aus dem speisenden Gleichstromnetz nicht, da die Gleichstromzuleitung am Eingang in den Wechselrichter durch einen Kondensator überbrückt ist, der für die Schwingungen höherer Frequenz einen Kurzschluß bildet.

Verschiedenes.

Naht- und Punktschweißmaschine mit Gittersteuerung. — Bei den Nahtschweißmaschinen bestand bisher die Schwierigkeit, für eine größere Zahl

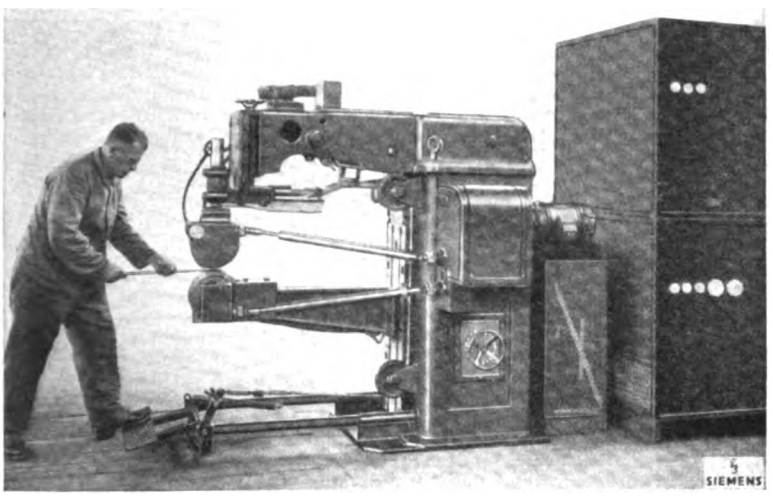


Abb. 1. Punktschweißmaschine mit Gittersteuerung.

von Unterbrechungen des Schweißstromes zuverlässig und wirtschaftlich arbeitende mechanische Einrichtungen zu bauen. Solche Unterbrechungen sind erwünscht, um dichte Nähte zu erzielen. Die Naht besteht aus sich überlappenden Schweißpunkten von großer Festigkeit, weil sie infolge der Stromunterbrechungen noch unter dem Elektrodendruck erkalten. Auch die Verziehungen werden geringer, weil weniger überflüssige Wärme in das Werkstück geht. Bei größeren Schweißgeschwindigkeiten müssen nun die Unterbrechungen sehr zahlreich sein, damit sich die einzelnen Schweißpunkte noch gut überlappen. Da die hierfür verlangte Schalthäufigkeit mit mechanischen Einrichtungen kaum zu erzielen ist, sind die Siemens-Schuckertwerke zur Verwendung von Stromrichtern übergegangen. Diese arbeiten vollständig masselos und ermöglichen daher jede Unterbrechungszahl in einer Sekunde. Man kann ohne weiteres jede einzelne Periode, wenn es notwendig ist, für sich schalten. Das Öffnen und Schließen der Stromrichter geschieht in der Weise, daß durch eine Steuereinrichtung stoßweise Spannung an die Gitter gelegt und dadurch der Stromkreis geöffnet oder geschlossen wird. Die gewünschte Unterbrechung des Schweißstromes ist also in sehr einfacher Weise erreicht, ohne eine der Abnutzung unterworfene Hilfseinrichtung. Bei Punktschweißmaschinen bereitet es Schwierigkeiten, die bewegliche Elektrode von Hand dauernd auf und ab zu führen, wenn eine größere Zahl von Schweißpunkten in der Minute verlangt wird. Man hat deshalb hierfür motorische Antriebe geschaffen zum Schweißen von einzelnen Punkten sowohl wie von Reihen. Die Zahl der Punkte ist regelbar. Man kann also sowohl dünnste Bleche durch eine Naht verbinden, als auch größere Stücke durch einzelne Schweißpunkte. Die gittergesteuerten Stromrichter bieten bei solchen Punktschweißmaschinen den Vorteil, die in gewissen Fällen notwendigen außerordentlich kurzen Zeiten des Stromdurchganges zu beherrschen. Abb. 1 stellt eine derartige Maschine dar; sie kann bei Bedarf mit motorischem Antrieb ausgerüstet werden.

Elektrische Triebwagen im Vorortverkehr. — In den letzten Jahren wurden die Vorortbahnen verschiedener deutscher Großstädte — so in Berlin und München — auf elektrischen Betrieb umgestellt. Die günstigen Erfahrungen, die man mit elektrisch betriebenen Vorortbahnen gemacht hatte, gaben Veranlassung, auch den Stuttgarter Vorortverkehr auf elektrischen Betrieb umzustellen. Es wurden zunächst 16 Triebwagen und 14 Steuerwagen benötigt. Die Fahrzeuge wurden in gemeinsamer Arbeit zwischen der Reichsbahn, Brown Boveri & Cie., Mannheim, für den elektrischen Teil und der Maschinenfabrik Eßlingen für den wagenbaulichen Teil entwickelt. In den Triebwagen mußte eine möglichst hohe Leistung eingebaut werden, um die vorgeschriebenen Geschwindigkeiten zu erreichen. Jedes der beiden Drehgestelle erhielt daher zwei Tatzlagermotoren mit einer Stundenleistung von je 209 kW. Die Motoren eines Drehgestelles sind in Reihe geschaltet. Das unzulässige Schleudern eines Motors wird durch ein zwischen gleichen Potentialen der beiden Motorgruppen

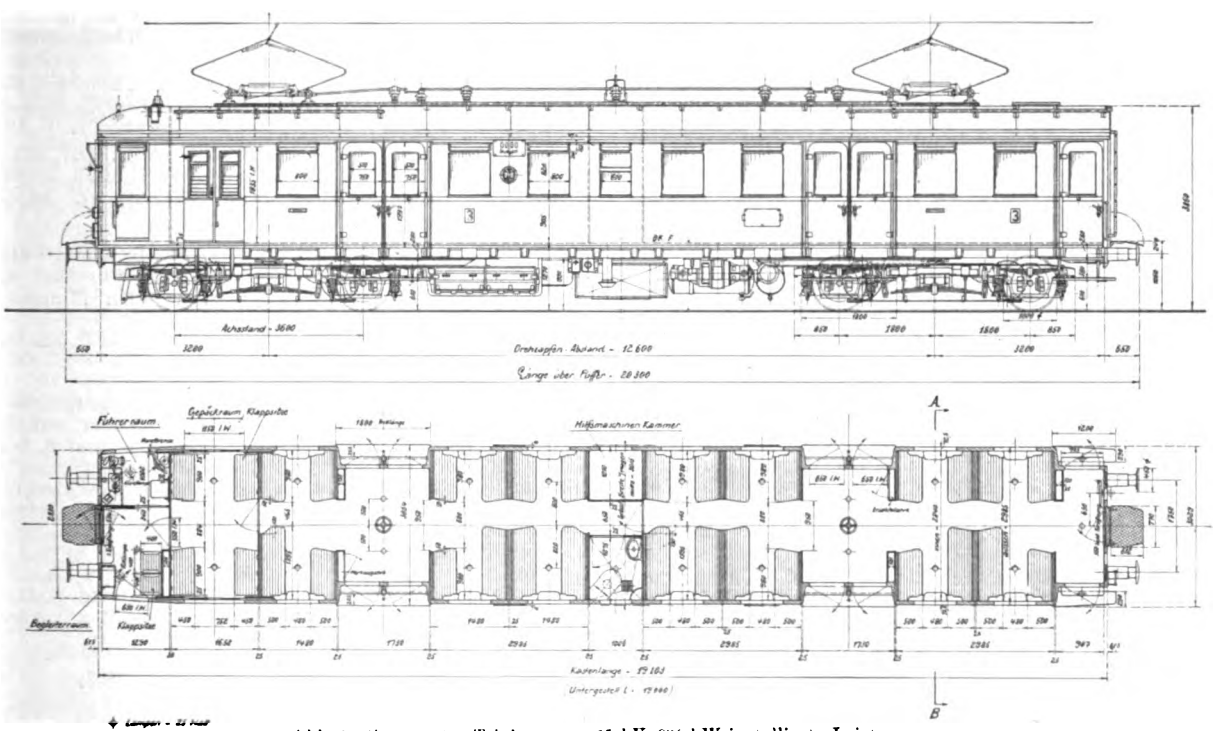


Abb. 1. Stuttgarter Triebwagen. 15 kV, 836 kW installierte Leistung.

Digitized by Google

liegendes Relais, das sogenannte Schleuderrelais, vermieden. Beim Beginn des Schleuderns eines Motors tritt eine Verschiebung der Spannungsverteilung an den einzelnen Motorgruppen ein, dadurch spricht das Schleuderrelais an und bewirkt ein Abwärtsschalten der später genannten Steuermaschine. Die Fahrmotoren haben Eigenlüftung. Das Drehmoment des Motors wird durch ein einseitiges Zahnradgetriebe mit einem Übersetzungsverhältnis 1 : 4,12 auf die Achse übertragen; das große Zahnrad ist gefedert, das Ritzel im Einsatz gehärtet und geschliffen.

Die Fahrdrahtspannung von 15 kV wird dem Transformator von den Stromabnehmern über den Ölschalter durch ein Papierbleikabel zugeführt. Für die festverlegten Kabel, die auf der Niederspannungsseite den Motorstrom zu führen haben, wurden Lackbandkabel gewählt. Diese lassen bei gleichem Leiterquerschnitt eine höhere Belastung als Gummikabel zu. Der mit Kühltaschen versehene Transformator ist unter dem Wagenboden aufgehängt; der Ölumlauf erfolgt selbsttätig. Auf der Niederspannungsseite sind zwölf Anzapfungen vorhanden. Die Fahrgeschwindigkeit wird durch eine Steuermaschine geregelt. Die Steuermaschine hat folgende Hauptbestandteile: den Stufenschalter, zwei Funkenschalter, Antrieb und Fortschaltrelais. Bei dem Stufenschalter sind auf einem Hohlzylinder entsprechend der Zahl der Niederspannungstufen Kontakte angebracht, die durch Rollkontakte auf der Innenseite zwangsläufig stromlos geschaltet werden. Die Leistungschaltung übernehmen die beiden Funkenschalter. Stufen- und Funkenschalter sind so durch ein Maltesergetriebe verbunden, daß die Bewegung des Rollkontaktes im Stufenschalter erst erfolgt, wenn der zugehörige Funkenschalter die Leistungsunterbrechung vorgenommen hat. Beide Schalter werden durch einen Drehmagneten angetrieben. Eine möglichst hohe Anfahrbeschleunigung ohne Überlastung der Fahrmotoren wird durch ein Fortschaltrelais erzielt, das in Abhängigkeit vom Motorstrom die verschiedenen Spannungstufen selbsttätig einstellt.

Der Fahrtrichtungswechsel wird durch den Richtungswender vollzogen. Das Heben und Senken der Stromabnehmer geschieht durch die Bügelsteuerung. Beide Apparate werden ebenso wie die Steuermaschine durch einen Drehmagneten angetrieben. Steuermaschine, Richtungswender und Bügelsteuerung sind so eingerichtet, daß mehrere Triebwagen zu einer Zugeinheit zusammengefaßt und von einem Führerstand aus gesteuert werden können. Als kleinste Zugeinheit für den Stuttgarter Vorortverkehr wurde ein Zug bestehend aus einem Trieb- und einem Steuerwagen gewählt, alleinfahrende Triebwagen gibt es nicht. Aus diesem Grunde erhielten die Trieb- und Steuerwagen nur je einen Führerstand (Abb. 1). Das Gewicht der kleinsten Zugeinheit beträgt 117 t bei voller Besetzung, zur Verfügung stehen darin 146 Sitzplätze und 35 Stehplätze. Durch Einsetzen eines Zwischenwagens, bestehend aus zwei kurzgekuppelten zweiachsigen Wagen, erhöht sich das Zuggewicht auf 170 t bei voller Besetzung, die Zahl der Sitzplätze auf 250 und die der Stehplätze auf 75. Bei Verwendung von zwei Zwischenwagen sind die entsprechenden Zahlen 220 t, 340 Sitzplätze und 95 Stehplätze. Bei dieser Zugzusammensetzung wird noch sicher die verlangte Beharrungsgeschwindigkeit von 75 km/h in der Ebene erreicht. Als Gebrauchsbremse dient eine Druckluftbremse, System Hildebrand-Knorr, und zur Druckluftererzeugung eine umlaufende Pumpe, Bauart Wittig.

Neue Hochfrequenz-Isolierstoffe. — Die Keramik hat in den letzten Jahren eine Reihe von Isolierstoffen hervorgebracht[1]), die bemerkenswerte Eigenschaften aufweisen.

1. Isolierstoffe mit geringen dielektrischen Verlusten.

Die Herabsetzung der dielektrischen Verluste ist in der Hochfrequenztechnik um so wichtiger, je kürzer die Wellenlängen sind, mit denen gearbeitet werden soll. Wie die Zahlentafel 1 zeigt, ist es bei den neueren keramischen Isolierstoffen gelungen, die geringen Verlustwinkel der besten Naturerzeugnisse zu erreichen[2]).

Dabei ist die Formstarrheit und zeitliche Unveränderlichkeit der keramischen Isolierstoffe besonders beim Aufbau von Meßgeräten wertvoll.

[1]) S. a. Vieweg, ETZ 1934, S. 573.
[2]) H. Handrek, Hochfrequenztechn. Bd. 43, S. 73.

Zahlentafel 1.

Isolierstoff	Verlustwinkel $10^4 \operatorname{tg}\delta$				Dielektrizitätskonstante D
	$\lambda = 100$ m	$\lambda = 30$ m	$\lambda = 6$ m	$\lambda = 3$ m	
Quarz	1,0	1,0	1,1	1,1	4,7
Ultra-Calan	1,0	1,0	1,1	1,1	7,1
Glimmer	1,7	1,7	1,7	—	7,0
Quarzglas	1,8	1,7	1,7	—	4,2
Calan	2,8	2,6	2,5	1,8	6,6
Frequenta	3,0	2,8	2,6	—	6,1
Calit	3,7	3,4	3,2	—	6,5
Quarzgut	5,5	5,8	7,0	—	3,9
Frequentit	8,0	6,8	6,0	—	6,0
Mycalex	18,0	18,0	18,0	—	8,0

2. Isolierstoffe hoher Dielektrizitätskonstante.

Da sich die Forderung nach geringen dielektrischen Verlusten bisher immerhin auch durch andere Isolierstoffe, z. B. Quarz, erfüllen ließ, ist es beinahe noch bedeutungsvoller, daß es der Keramik gelungen ist, Isolierstoffe mit so hohen Dielektrizitätskonstanten zu erzeugen, wie sie von keinem festen Naturerzeugnis erreicht werden. Es besteht die Möglichkeit, Isolierstoffe mit Dielektrizitätskonstanten herzustellen, die einen Bereich von 20 ··· 100 lückenlos ausfüllen. Die Eigenschaften zweier keramischer Stoffe, Condensa und Condensa C, sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt[1]).

Zahlentafel 2.

Isolierstoff	Verlustwinkel $10^4 \operatorname{tg}\delta$			Dielektrizitätskonstante D
	$\lambda = 400$	$\lambda = 100$	$\lambda = 50$ m	
Condensa	8,5	7,2	6,4	40 ··· 50
Condensa C	—	20 ··· 40	—	80 ··· 100

Infolge der hohen Dielektrizitätskonstante lassen sich mit Condensa Röhrchen- und Plattenkondensatoren mit außerordentlich kleinen Ausmaßen herstellen. Die Metallbelegungen sind aufgeschmolzen, so daß die Anschlüsse sich ohne jede Zwischenschicht auflöten lassen. Condensa läßt sich drehen, ziehen, gießen und pressen, so daß die Formgebungsmöglichkeit sehr vielseitig ist. Außerdem ist es absolut formbeständig.

Infolge ihrer wertvollen Eigenschaften werden die neuen keramischen Isolierstoffe daher sicher in der Hochfrequenztechnik in weitestgehendem Maße verwendet werden.

[1]) Über das gleichwertige Kerafar vgl. ETZ 1934, S. 576. — D. S.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Ruhr-Lippe, Essen. 13. III. (Mi), 17 h 30 m, Haus der Technik: „Stand u. Probleme der Röntgentechnik unter bes. Berücks. der medizin. Anwend. d. Röntgenstrahlen." Dipl.-Ing. Graf.

VDE, Gau Nordmark, Kiel. 8. III. (Fr), 20 h 30 m, Rendsburg, „Eiderhalle": „Die Anordnung des Überspannungschutzes in Hochspannungsnetzen." Dipl.-Ing. Fitger.

VDE, Gau Niederrhein, Krefeld. 12. III. (Di), 20 h 15 m, Hotel Europäischer Hof, Kanalstr.: „Der heutige Stand der elektrischen Heißwasserbereitung" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Mörtzsch.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 8. III. (Fr), 19 h 30 m, Alter Hörs. Phys. Inst. T. H.: „Durchschlag dielektr. Flüssigkeiten." F. Koppelmann.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Elektrotechnische Erzeugnisse aus Kunstharz-Preßstoffen und ihre Konstruktion" auf S. 278 dieses Heftes sind in der Zahlentafel 1, 4. und 6. Spalte, unter „Biegefestigkeit" und „Schlagbiegefestigkeit" die Dimensionen kg/cm² zu streichen, da die gebrachten Werte Vergleichswerte zu dem ersten Wert der jeweils vorangehenden Spalte darstellen.

Ferner ist auf S. 282 desselben Aufsatzes in der rechten Spalte unten in der Aufstellung unter 4. der Satz: Wahl eines Werkstoffes ..." zu streichen und statt dessen zu setzen: „Wahl eines Werkstoffes mit unveränderlicher oder gut geschützter Oberfläche".

Abschluß des Heftes: 1. März 1935.

Für die Schriftleitung (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang · Berlin, 14. März 1935 · Heft 11

Arbeiten über Gewitter.

In der nächsten Zeit wird die ETZ in dichterer Folge einige Arbeiten über Gewitterfragen bringen. Sie glaubt, im Sinne ihrer Leser zu handeln, wenn sie versucht, die Aufsatzreihe noch vor Beginn der Gewitterzeit zu veröffentlichen. Sie hofft, mit den Berichten und Arbeiten ihrerseits Anregungen geben zu können, damit auch dieses Jahr die Kenntnis der noch immer nicht voll geklärten Erscheinungen durch neue Beobachtungen erweitert wird.

Gewitterstörungen einer südafrikanischen 132 kV-Doppelleitung in den Jahren 1926 bis 1933*).

Von H. Neuhaus, Berlin.

Übersicht. Ein Vortrag über die Gewitterstörungen einer südafrikanischen 132 kV-Doppelleitung wird auszugsweise wiedergegeben. Die Beobachtungen werden mit den Erfahrungen über Gewitterstörungen an Leitungen in anderen Ländern verglichen und hinsichtlich der Entstehung der Störungen kritisch untersucht.

Der Vortrag ist eine wertvolle Ergänzung und Bestätigung früherer Arbeiten[1]···[5]) über die Entstehung und Bekämpfung der Gewitterstörungen an Hochspannungsleitungen.

A. Der Bericht von Rendell und Gaff.

In einem Vortrag vor dem südafrikanischen Institut der Elektroingenieure in Johannesburg wurde ausführlich berichtet über die Gewitterstörungen einer 132 kV-Doppelleitung der Victoria Falls and Transvaal Power Co. Ltd. in den 7 Gewitterperioden 1926/27 bis 1932/33. Der Aufbau der Leitung ist in Abb. 1 angegeben. Seit 1930 sind in den beiden Endstationen Filmgeräte aufgestellt, die in Störungsfällen selbsttätig die Angaben von Meßinstrumenten und die Schalterzeiten aufnehmen. Die Filmgeräte sind bereits 10 bis 15 Perioden nach Beginn einer Störung in Betrieb.

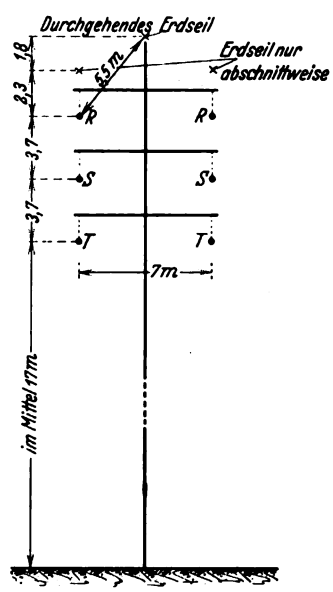
In dem Vortrag wurden die Gewitterstörungen nach 2 Gruppen unterteilt, und zwar nach Störungen, die nur eine Leitung der Doppelleitung betrafen (nachstehend kurz Einfachstörungen genannt) und nach Störungen, die beide Leitungen gleichzeitig betrafen (nachstehend kurz Doppelstörungen genannt). Zu den Einfachstörungen wurden auch die seltenen Fälle (etwa einmal im Jahre) gerechnet, bei denen zunächst nur eine Leitung gestört wurde, dann aber der Lichtbogen in die zweite Leitung abgetrieben wurde und auch dort Überschläge verursachte. Die Unterteilung in diese 2 Gruppen wurde vorgenommen wegen der ungleichen Rückwirkungen auf den Betrieb: nur die Doppelstörungen verursachen Betriebsunterbrechungen, nicht aber die Einfachstörungen.

1. Häufigkeit der Störungen.

In den 7 Gewitterperioden wurden insgesamt 101 Gewitterstörungen festgestellt; die Störungshäufigkeit schwankte zwischen 9 und 27 Störungen je Gewitterperiode. Die Störungen wurden unterteilt nach Einfach- und Doppelstörungen und nach der Zahl der gleichzeitig betroffenen Phasen, siehe Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1.

Zahl der beteiligten Phasen	sämtliche Störungen	Einfachstörungen	Doppelstörungen
1 Phase	72	50	22
2 Phasen	18	7	11
3 Phasen	2	1	1
unbekannt	9	6	3
	101	64	37



Leitungslänge rd. 100 km, Eisenmasten mit Betonfundamenten, 303 Tragmasten, 58 Abspann- und Winkelmasten, mittlerer Mastabstand rd. 280 m. Stahlerdseil 13 mm Dmr., Stahlaluminiumleiter 25 mm Dmr., keine Verdrillung der Leiter. Tragmasten mit 9, Abspann- und Winkelmasten mit 11 Isolatoren je Kette; Isolatoren von 254 mm Dmr. und 127 mm Baulänge. Trockenüberschlagspannung unter Berücksichtigung der Lichtbogenringe und der Höhenlage für Kette mit 9 Isolatoren 350 kV_{eff}, mit 11 Isolatoren 420 kV_{eff}. Sternpunkt beidseitig kurz geerdet. Übertragene Leistung 80 000 kW. Leitung in Betrieb seit 1926.

Abb. 1. 132 kV-Doppelleitung Witbank Powerstation—Witwatersrand System at Brakpan.

2. Verteilung der Störungen längs der Leitungstrecke.

Die ganze etwa 100 km lange Doppelleitung wurde in sieben Abschnitte geteilt, die sich hinsichtlich der Störungshäufigkeit wesentlich unterscheiden (s. Abb. 2). In einem Abschnitt traten in den sieben Jahren der Beobachtung 1,45 Störungen je Mast auf gegenüber einer mittleren Häufigkeit von 0,47 Störungen je Mast, und in einem anderen Abschnitt trat in derselben Zeit nicht eine einzige Störung auf. Diese unterschiedliche Störungshäufig-

*) Bearbeitet nach einem Vortrag von E. F. Rendell und H. D. Gaff, der in den Trans. S. Afric. Inst. electr. Engr. Bd. 24, S. 258 (1933) veröffentlicht wurde.

[1]) A. Matthias, Elektr.-Wirtsch. Bd. 25, S. 297 (1926). — ETZ 1929, S. 1469.

[2]) D. Müller-Hillebrand, ETZ 1931, S. 722 u. 758.

[3]) D. Müller-Hillebrand, ETZ 1932, S. 1121.

[4]) G. Lehmann, Dissertation T. H. Dresden 1932; ETZ 1932, S. 980.

[5]) H. Grünewald, ETZ 1934, S. 505, 536.

Digitized by Google

keit wird zum Teil auf eine verschiedene Gewitterhäufigkeit in den einzelnen Abschnitten zurückgeführt, zum Teil auch mit der Höhe der Masterdungswiderstände in Zusammenhang gebracht (s. Abschn. 6).

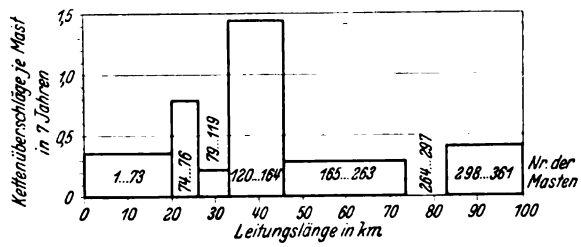


Abb. 2. Verteilung der Überschlaghäufigkeit längs der Leitungstrecke.

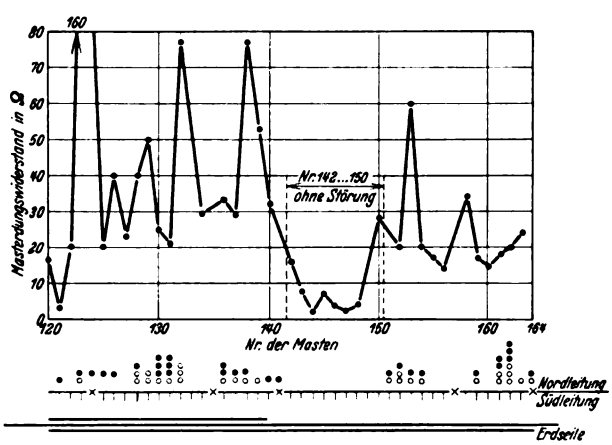
3. Verteilung der Störungen auf die Leiter und auf die Nachbarmasten.

Bei den Einfachstörungen wurde meistens nur ein Leiter, und zwar der oberste Leiter *R* betroffen, während bei den Doppelstörungen alle drei Leiter ungefähr gleich häufig beteiligt sind (Zahlentafel 2).

Zahlentafel 2.

	Anzahl der Kettenüberschläge auf dem Leiter			
	R	S	T	gesamt
bei Einfachstörungen .	43	17	13	73
bei Doppelstörungen . .	26	30	32	88

Bei 34 von den 37 Doppelstörungen wurden gleiche Phasen beider Leitungen betroffen; viermal schlug dabei zusätzlich eine weitere Phase an nur einer Leitung über. In drei allerdings zweifelhaften Fällen fanden Überschläge nur an verschiedenen Phasen der beiden Leitungen statt.



× Spannmast
○ Störung an der Nordleitung • Störung an der Südleitung

Abb. 3. Verteilung der Erdungswiderstände und der Störungen auf dem Abschnitt Masten Nr. 120 bis 164.

4. Vergleich der Winkel- und Abspannmasten mit den Tragmasten.

Die Winkel- und Abspannmasten, nachstehend kurz Spannmasten genannt, haben eine höhere Isolation und im Durchschnitt einen niedrigeren Erdungswiderstand als die Tragmasten (s. Abb. 1 und Abschn. 6). Die Untersuchung der Störungen mit Rücksicht auf die betroffenen Masten ergab u. a. folgendes:

a) Im Durchschnitt sind Einfachstörungen an den Spannmasten seltener als an den Tragmasten.

b) Die den Spannmasten benachbarten Tragmasten zeigen jedoch wesentlich mehr Einfachstörungen als die übrigen Tragmasten. Die Einfachstörungen sind also von den Spannmasten z. T. abgewandert zu den benachbarten Tragmasten.

c) Die benachbarten Tragmasten zeigen dagegen keine größere Häufigkeit von Doppelstörungen als die übrigen Tragmasten.

5. Einfluß der Erdseile.

Im südafrikanischen Winter 1930 (Juni 1930) wurden auf den Masten Nr. 120 bis 140 zwei Erdseile und auf den Masten Nr. 141 bis 164 wurde ein Erdseil zusätzlich zu dem vorhandenen einen Erdseil senkrecht über den Leitern angebracht (vgl. Abb. 1, 2 u. 3). Ein durchschlagender Erfolg der Erdseile wurde bis 1933 nicht beobachtet; immerhin wurde festgestellt, daß die Häufigkeit der Einfachstörungen besonders auf den obersten Leitern *R* beträchtlich zurückging.

6. Einfluß des Erdungswiderstandes der Masten.

An sämtlichen Masten wurde der Erdungswiderstand bei abgeklemmtem Erdseil gemessen. Die Masten haben Betonfundamente, aber noch keine zusätzlichen Erder. In den Abb. 4 bis 6 sind die Erdungswiderstände getrennt nach Masten ohne Störungen und nach Masten mit Einfachstörungen und Doppelstörungen angegeben. Der Zusammenhang zwischen Erdungswiderstand der Masten und Störungshäufigkeit auf der am meisten gestörten Strecke Mast Nr. 120 bis 164 ist aus Abb. 3 zu ersehen. Werte für den mittleren Erdungswiderstand der Masten sind in Zahlentafel 3 zusammengestellt.

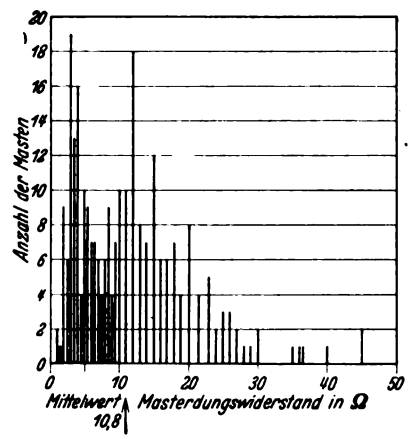


Abb. 4. Masten ohne Störungen.

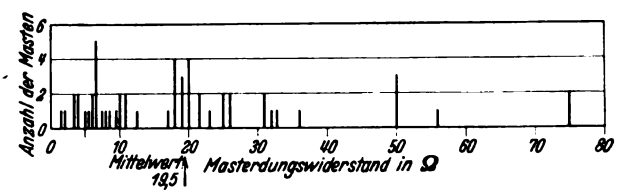


Abb. 5. Masten mit Einfachstörungen.

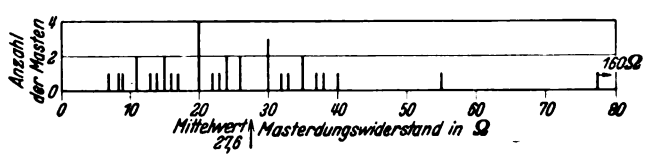


Abb. 6. Masten mit Doppelstörungen.

Abb. 4 ··· 6. Höhe der Erdungswiderstände bei Masten ohne und mit Störungen.

Zahlentafel 3.

Der mittlere Erdungswiderstand beträgt:	Ω
bei Tragmasten	13,0
Spannmasten	10,2
Masten ohne jede Störung	
auf der ganzen Strecke	10,8
auf dem Abschnitt Nr. 142 ··· 150	8,5
auf dem Abschnitt Nr. 264 ··· 297	7,1
Masten mit Einfachstörungen	19,5
Masten mit Doppelstörungen	27,6
auf dem am meisten gestörten Abschnitt	
Masten Nr. 120 ··· 141	41,0
Masten Nr. 151 ··· 164	24,1

Es ist weiterhin bemerkenswert, daß an Spannmasten nur einmal eine Doppelstörung auftrat und daß die einzige dreiphasige Doppelstörung an einem Tragmast mit einem Erdungswiderstand von 160 Ω beobachtet wurde.

7. Vergleich zwischen Doppelleitungen und zwei parallelen Einfachleitungen.

Im 40 kV-Netz der Victoria Falls and Transvaal P. C. wurden die Gewitterstörungen an einer Doppelleitung von 56 km Länge und an zwei in 15 m Abstand parallel laufenden Einfachleitungen von je 56 km Länge verglichen. In drei Jahren wurden an der Doppelleitung 31 Doppelstörungen, und an den zwei Einfachleitungen wurde nur eine ein-

Digitized by Google

zige Doppelstörung beobachtet[6]). Alle 40 kV-Leitungen liegen in der gleichen Gegend, so daß für keine der Leitungen eine bevorzugte Gewitterlage vorhanden sein kann. Aus dieser Beobachtung wird der Schluß gezogen, daß die Doppelstörungen an diesen 40 kV-Leitungen und deshalb auch an der 132 kV-Leitung nicht oder nur in sehr seltenen Fällen auf indirekte Gewitterüberspannungen zurückzuführen sind, sondern vielmehr auf Rücküberschläge. Auch die Einfachstörungen sind dann wahrscheinlich nicht durch indirekte Gewitterüberspannungen verursacht.

8. Schlußfolgerungen.

Auf Grund dieser Beobachtungen werden als wahrscheinliche Ursache der Einfachstörungen Einschläge von Blitzen oder von Seitenästen in die Leiter und als Ursache der Doppelstörungen Blitzeinschläge in die Masten mit Rücküberschlägen angenommen. Indirekte Gewitterüberspannungen scheiden als Ursache beider Störungsarten praktisch aus. In dem Vortrag wird mehrfach betont, daß diese Schlußfolgerungen noch nicht als unbedingt sicher angesehen werden können, daß vielmehr noch eine weitere sorgfältige Beobachtung erforderlich ist.

B. Vergleich der Häufigkeit der Gewitterstörungen der südafrikanischen Leitung mit Gewitterstörungen an Leitungen in anderen Ländern.

Aus der Zahlentafel 1 lassen sich folgende Zahlen für die Häufigkeit der Abschaltungen bei Gewittern errechnen: Aus insgesamt 37 Doppelstörungen gleich 74 Abschaltungen zuzüglich 64 Einfachstörungen gleich 64 Abschaltungen errechnet sich bei einer Leitungslänge von 2 · 100 km und einer Beobachtungszeit von 7 Jahren eine Häufigkeit von 9,84 Abschaltungen je 100 km Einfachleitungslänge und je Jahr. Ähnlich ergibt sich die Häufigkeit der Abschaltungen infolge einphasiger und mehrphasiger Überschläge (Zahlentafel 4).

Zahlentafel 4.

Überschläge	Abschaltungen je 100 km Einfachleitungslänge und Jahr	
an 1 Phase	6,7	
an 2 Phasen	2,07	zusammen 3,14
an 3 Phasen	0,21	
unbekannt	0,86	

Zum Vergleich ist in der Zahlentafel 5 die durchschnittliche Abschalthäufigkeit von Leitungen in verschiedenen Ländern angegeben.

Zahlentafel 5.

Anlage	Betr.-spg. kV	Abschaltungen je 100 km Einfachleitungslänge u. je Jahr	Durchschnitt der Jahre	Bemerkungen
Netze mit kurz geerdetem Sternpunkt.				
Pennsylvania P & LC.(2)*)	220	17,8	1926/29	
Ohio Power Co. (2)	132	4,5	1926/29	
American Gas & EC. (2)	132	7,6	1926/27	
New England PC. (2)	110	7,6	1926/29	
Hydro Electric PC. of Ontario (2) (6)	110	1,4	1926/29	
	220	1,1	1928/33	
Knoxville PC, Alcoa [7]	150	12,5	1919/29	
japanische Leitungen [8]	154	2,22	1929/32	
	154	1,73	1929/32	
	154	1,31	1929/32	
	154	0,78	1929/32	
	110	1,48	1929/32	
russisches Netz [9]	115	0,53	1932	Eisenmasten
	115	5,4	1932	Holzmasten
Victoria Falls & Transv. P.C.	132	0,84	1926/33	
Netze mit isoliertem Sternpunkt und mit Erdschlußlöschern.				
Elektrowerke AG. [10]	100	1,2	1931/32	
Bayernwerk AG. [11]	100	0,6 bis 1,3	1925/30	
deutsches Netz (2) a)	100	1,14		7,1 einphasige Erdschlüsse ohne Abschaltung
,, b)	100	0,55		1,2 desgl.
,, c)	100	0,74		0,5 desgl.
japanische Leitung [8]	115	0,77	1929/32	Sternpunkt isoliert, wahrscheinl. m. Erdschlußlöscher

*) Die eingeklammerten Zahlen verweisen auf die früheren Fußnoten dieses Aufsatzes.

[6]) Eine ähnliche Beobachtung wird von drei amerikanischen 220 kV-Einfachleitungen, die in 30 bis 45 m Abstand parallel laufen, berichtet: E. T. J. Brandon, Electr. Wld., N.Y., Bd. 98, S. 1125 (1931). Bei den bisher vorgekommenen 10 Gewitterstörungen wurde in jedem Fall nur eine Leitung betroffen.

[7]) J. E. Housley, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 50, S. 284 (1931).

[8]) Kuragichi Takasawa, J. Instn. electr. Engr. Japan 1933, S. 58.

[9]) W. W. Javorsky, Electritchestvo 1933, S. 27.

[10]) M. Neustätter, Conférence internat. des grands réseaux électr. à haute tension, Paris 1933, Bd. III, Bericht Nr. 91.

[11]) A. Menge, Electr. Wld., N.Y., Bd. 99, S. 362 (1932).

Die Abschalthäufigkeit von 9,84 für die südafrikanische Leitung liegt in der Größenordnung der Abschalthäufigkeit einiger amerikanischer, ebenfalls mit geerdetem Sternpunkt betriebener Hochspannungsleitungen, während die Abschalthäufigkeit von deutschen mit Erdschlußlöschern betriebenen Leitungen wesentlich geringer ist. Bei Betrieb der südafrikanischen 132 kV-Leitung mit Erdschlußlöscher statt mit kurz geerdetem Sternpunkt hätten die einphasigen Überschläge ganz oder zum überwiegenden Teil keine Abschaltungen zur Folge gehabt, so daß die Abschalthäufigkeit, bezogen auf jede Abschaltung einer einzelnen Leitung, nur etwa ein Drittel der jetzt aufgetretenen Abschalthäufigkeit betragen hätte. Bemerkenswert niedrig sind auch die Zahlen für die Abschalthäufigkeit einiger japanischer Leitungen und einer russischen Leitung, die mit geerdetem Sternpunkt betrieben werden.

C. Entstehung der Gewitterstörungen der südafrikanischen Leitung.

Aus dem vorhandenen Beobachtungstoff lassen sich zusätzlich zu den unter A 8) angebenenen Schlußfolgerungen noch einige weitere Feststellungen machen über die Entstehung der Gewitterstörungen der südafrikanischen 132 kV-Leitung. Dabei ist vorauszuschicken, daß nach heutigen Messungen und Berechnungen indirekte Gewitterüberspannungen als Ursache dieser Gewitterstörungen vollständig ausscheiden[12])[13]).

Das Ausbleiben jeglicher Störungen, also der Einfach- und der Doppelstörungen auf dem Abschnitt 264 bis 297 (s. Abb. 2) und besonders auf dem Abschnitt 142 bis 150, der inmitten eines sonst sehr stark gestörten Abschnittes liegt (s. Abb. 3), dürfte nicht durch gleichartige örtliche Unterschiede in der Gewitterhäufigkeit und -heftigkeit während der ganzen siebenjährigen Beobachtungszeit zu erklären sein, wie auch für den Abschnitt 142 bis 150 in dem Vortrag bereits angegeben wurde. Die Gewitter verteilen sich im Laufe vieler Jahre verhältnismäßig gleichartig über größere Bezirke[14]). Das Ausbleiben der Störungen ist deshalb mit sehr großer Wahrscheinlichkeit auf die sehr niedrigen Masterdungswiderstände dieser Abschnitte zurückzuführen; die Masterdungswiderstände lagen hier meistens unter 15 Ω und nur in drei Fällen zwischen 15 und 30 Ω. Diese Feststellung bedeutet, daß sowohl die Doppelstörungen als auch die Einfachstörungen von der Höhe der Masterdungswiderstände wesentlich abhängig sind.

Eine weitere bemerkenswerte Einzelheit läßt sich aus Abb. 3 entnehmen. Auf dem Leitungsabschnitt 120 bis 164 häufen sich die Störungen in der Nähe einzelner Masten mit besonders hohen Erdungswiderständen. Es besteht also die Möglichkeit, daß die Störungen an diesen Masten ihren Ausgang nahmen und die Nachbarmasten in Mitleidenschaft zogen, z. B. auf folgende Weise: Wenn ein Blitz in einen Mast mit sehr hohem Erdungswiderstand einschlägt, so treten zunächst an diesem Mast und — sofern das Potential des Mastes und des Erdseiles infolge genügender Blitzstromstärke noch weiterhin hoch bleibt — auch an den Nachbarmasten Rücküberschläge auf. Die Rücküberschläge an den Nachbarmasten sind dabei unabhängig von der Höhe des Erdungswiderstandes. Bei mehreren gleichzeitig betroffenen Masten darf also nicht von vornherein angenommen werden, daß die Störung an dem Mast mit dem niedrigsten Erdungswiderstand ihren Ausgang nahm. In welchem Umfange solche Vorgänge tatsächlich aufgetreten sind, läßt sich aus den Angaben in dem Vortrag nicht entnehmen.

Die Entstehung der Doppelstörungen und der Einfachstörungen kann nun folgendermaßen angenommen werden:

1. Entstehung der Doppelstörungen.

Doppelstörungen sind auf den Abschnitten 142 bis 150 und 264 bis 297 nicht aufgetreten bei Masterdungswiderständen unter 15 bis 30 Ω und auf den übrigen Leitungsabschnitten nicht unter 7 bis 10 Ω. Da auf der ganzen Leitung sehr viele Masten mit noch niedrigeren Erdungswiderständen vorhanden sind (s. Abb. 4), an denen nie eine Doppelstörung beobachtet wurde, ist mit großer Sicherheit anzunehmen, daß alle Doppelstörungen von der Höhe der Masterdungswiderstände abhängig sind. Die Doppel-

[12]) Wiss. Veröff. Siemens-Konz., Bd. 13, H. 2, S. 1 (1934).

[13]) K. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 25, S. 213 (1934).

[14]) E. Alt, Petermanns geogr. Mitt. Bd. 56 I, S. 5 (1910).

Digitized by Google

störungen können dann nur durch Rücküberschläge infolge zu hoher Mastpotentiale beim Durchgang von Blitzströmen durch zu hohe Masterdungswiderstände entstanden sein.

Ungeklärt bleibt vorerst die Frage, ob bei dieser Leitung die Masterdungswiderstände höchstens 7 bis 10 Ω oder 15 bis 30 Ω betragen dürfen, damit Rücküberschläge vermieden werden. Vielleicht sind die Beobachtungen für die Abschnitte 142 bis 150 und 264 bis 297 noch ungenügend, so daß im Laufe der Jahre doch gelegentlich Störungen bei Masterdungswiderständen unterhalb von 15 bis 30 Ω auftreten. Umgekehrt besteht auch die Möglichkeit, daß einige Doppelstörungen bei sehr niedrigen Masterdungswiderständen an Nachbarmasten mit höheren Erdungswiderständen ihren Ausgang nahmen.

2. Entstehung der Einfachstörungen.

Die Einfachstörungen sind, wie oben ausgeführt wurde, mindestens auf den Abschnitten 142 bis 150 und 264 bis 297 von der Höhe der Masterdungswiderstände abhängig. Die Ursache wenigstens eines Teiles der Einfachstörungen an Masten mit hohen Erdungswiderständen muß infolge der gleichen Abhängigkeit vom Masterdungswiderstand die gleiche sein wie für die Doppelstörungen, also Rücküberschlag bei zu hohem Mastpotential. Das Auftreten von Einfachstörungen statt von Doppelstörungen bei zu hohem Mastpotential ist auch durchaus möglich, trotzdem die gleichen Phasen beider Leitungen jeweils bei dem gleichen Mastpotential überschlagen; denn wenn der Überschlagsverzug bei der einen Phase zufällig größer ist als bei der gleichen Phase der anderen Leitung, was in der Regel der Fall sein wird[15]), so wird zunächst ein Rücküberschlag zu der Phase mit dem geringeren Entladeverzug erfolgen, und wenn das Mastpotential durch diesen ersten Überschlag bereits genügend abgesenkt ist, bleibt der Rücküberschlag zu der anderen Phase aus.

Für den Rest der Einfachstörungen, insbesondere für die Einfachstörungen bei sehr niedrigen Erdungswiderständen, kommt als Ursache hauptsächlich das Entstehen hoher Spannungen auf den Leitern selbst infolge von Einschlägen der Blitze oder von Seitenästen in die Leiter in Frage, wie in dem Vortrag bereits angegeben wurde. Das Auftreten direkter Leitereinschläge wird durch folgende Beobachtungen bestätigt:

Der oberste Leiter *R* wird am häufigsten betroffen.

Durch zusätzliche Erdseile wird der oberste Leiter *R* wesentlich entlastet.

Die Abwanderung der Einfachstörungen von den Spannmasten auf die benachbarten schwächer isolierten Tragmasten deutet auf hohe Spannungen auf den Leitern zwischen zwei Masten, die nur durch Einschläge in die Leiter zu erklären sind.

Dagegen ist nicht anzunehmen, daß bei der südafrikanischen Leitung eine nennenswerte Zahl der Einfachstörungen durch Blitzschlag in das Erdseil zwischen zwei Masten mit Überschlag zu einem Leiter[16])[17]) entstanden ist, weil nämlich sonst auf der Strecke 120 bis 164 die obersten Leiter *R* nach Anbringen der zusätzlichen Erdseile wegen der geringeren Abstände zwischen Erdseilen und Leitern eher häufiger übergeschlagen wären als seltener.

3. Zusammenfassung.

Die Untersuchung ergibt folgende Ursachen für die Gewitterstörungen der südafrikanischen 132 kV-Leitung:

Die Doppelstörungen und ein Teil der Einfachstörungen sind auf Rücküberschläge infolge zu hoher Masterdungswiderstände zurückzuführen; wichtig ist dabei die Feststellung, daß einzelne Masten mit sehr hohen Erdungswiderständen als Ausgangspunkt von Störungen mehrere Nachbarmasten auch mit niedrigen Erdungswiderständen in Mitleidenschaft ziehen können. Der übrige Teil der Einfachstörungen ist dagegen durch direkte Einschläge in die Hochspannungsleiter infolge nicht ausreichenden Erdseilschutzes verursacht.

Überschläge von den Erdseilen zu den Leitern im Spannfeld bei Blitzeinschlägen in die Erdseile dürften als Störungsursache praktisch keine Rolle spielen, und indirekte Gewitterüberspannungen kommen als Störungsursache überhaupt nicht in Frage.

Die Untersuchung bestätigt den großen Wert eines niedrigen Erdungswiderstandes jedes einzelnen Mastes zur Verhinderung von Rücküberschlägen und die Wichtigkeit zweckmäßig bemessener und verlegter Erdseile zur Verhinderung direkter Blitzeinschläge in die Leiter.

15) R. Strigel, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, S. 137 u. S. 377 (1933).
16) C. L. Fortescue, Electr. J. Bd. 27, S. 640 (1930). — A. C. Monteith, Electr. J. Bd. 31, S. 72 (1934).
17) Elektrische Schaltvorgänge, Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Abschnitt 63.

Verbessertes Meßgerät für kosmische Strahlung.

Die kosmischen Strahlen[1]) liegen mit ihrer kurzen Wellenlänge von etwa 0,000001 μμ am äußersten Ende der elektromagnetischen Wellenskala und besitzen ein außerordentliches Durchdringungsvermögen. Bei dem vorliegenden Meßgerät[2]) wird mittels eines Elektroskops die durch die Strahlung in einer gepanzerten Meßkammer hervorgerufene Ionisation beobachtet. Bei dem großen Durchdringungsvermögen der kosmischen Strahlen — ein Bleipanzer von 1,5 m Dicke setzt ihre Intensität erst auf die Hälfte herab! — ist die Panzerung der Meßkammer für diese Strahlung sehr gering, hingegen für andere Strahlen mit größerer Wellenlänge erheblich. Ein Schnitt durch das Gerät einschließlich der Schaltung des angeschlossenen Zubehörs zeigt die Abb. 1. Die kugelförmige Ionisationskammer *J* besitzt 3 mm starke Wandung aus Stahlblech und einen Durchmesser von 9,9 cm. Die Kugel ist mit 160 at geprüft und mit Argon mit 30 at gefüllt. Sie bildet die eine Elektrode. Die zweite Elektrode ist der Stahlstift *S*, der durch die konische Bernsteinbuchse isoliert abgedichtet ist. Die Kammer ist mit dreifacher kugelförmiger Panzerung umgeben. Der äußere und der mittlere Kugelpanzer bestehen aus Blei mit 10,5 % Antimon in 0,8 mm starker Stahlwandung. Der innere Panzer besteht aus Bronze und ist bestimmt, die β-Strahlung aus den Bleipanzern von der Kammer fernzuhalten.

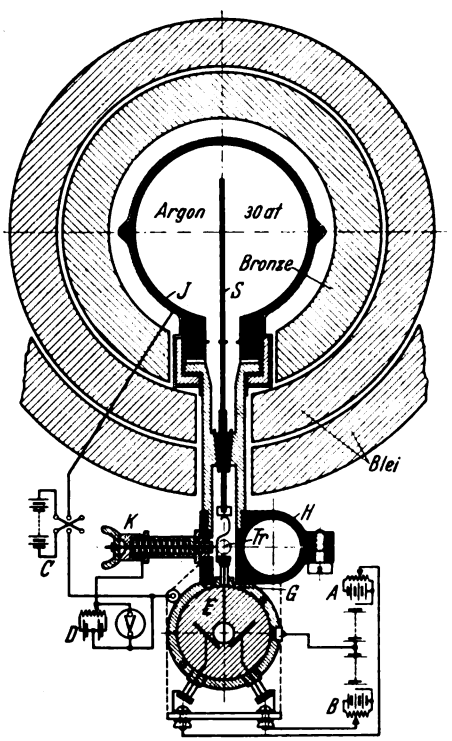


Abb. 1. Meßgerät für kosmische Strahlung.

Alle drei Panzer sind 2,5 cm dick, und die äußeren Durchmesser betragen 27,7, 21,8 bzw. 16,2 cm. Die Ionisationskammer und die Panzer sitzen an zwei getrennten Tragarmen, die auf gemeinsamer Stativsäule einstellbar sind. Das Elektroskop sitzt direkt an der durchbohrten Lagerachse der Ionisationskammer und wird mittels Fernrohr, welches an der Stativsäule befestigt ist, beobachtet. Die Schaltung für das Elektroskop und die Kammer zeigt die Abb. Das Gerät wiegt einschl. Panzerung 125 kg und die zugehörige elektrische Ausrüstung 18 kg. Die noch nicht erwähnten Buchstaben in der Abb. bedeuten: *A*, *B*, *C*, *D* sind Hilfsmeßspannungen von 30, 30, 144 bzw. 6 V, *E* das Elektrometer mit der Quarzdurchführung *G* für die Elektrometernadel, *K* ein Taster für die Eichung und Entladung der Nadel, *Tr* eine Trockenkammer, *H* eine Halteklammer zum Einstellen des Tragarmes des Geräts auf der Stativsäule. *Schö.*

1) Vgl. ETZ 1934, S. 660; 1935, S. 212.
2) A. H. Compton, Rev. scient. Instr. Bd. 4, S. 491.

Digitized by Google

Die Darstellung elektrischer Schaltungen.

Von Karl Hoerner, Köln.

Übersicht. Es werden zwei Darstellungsarten besprochen und durch Beispiele erläutert, durch die auch verwickelte Schaltungen für die verschiedensten Zwecke der Zeichnung sinnvoll und übersichtlich wiedergegeben werden können.

Die zeichnerische Wiedergabe von Schaltungen ist in weiteren Kreisen bekannt geworden nicht nur durch die Ausbreitung der Elektrotechnik, besonders der Rundfunktechnik, sondern auch durch die Anwendung von Schaltplänen auf anderen technischen oder auf allgemeinen Gebieten, sei es daß z. B. der Verlauf des Wärmestromes einer industriellen Anlage oder der betriebliche Zusammenhang einer Organisation dargestellt wird.

Unterdes sind die elektrischen Stromläufe, vor allem im Fernmeldewesen, für elektrische Antriebe, selbsttätige Steuerungen u. dgl. häufig so verwickelt geworden, daß man je nach dem Zweck der Zeichnung verschiedene Darstellungsarten benötigt[1]). Für die Herstellung der Schaltung in der Werkstatt oder an Ort und Stelle z. B. ist eine ganz andere Darstellungsart erforderlich als für das Verfolgen der einzelnen Stromläufe, durch das man sich eine Übersicht über den Zusammenhang der Stromwege verschaffen will. Die Darstellungsart der häufigsten Einzelteile ist durch die Normen einigermaßen einheitlich geworden, diejenige der ganzen Schaltung dagegen, wie sie sich in den Plänen der erstellten Anlagen, in Veröffentlichungen usw. zeigt, läßt häufig noch allgemein befolgte Gesichtspunkte, manchmal sogar Zweckmäßigkeit und Klarheit vermissen. Die folgenden Zeilen haben den Zweck, Gesichtspunkte hervorzuheben und an Beispielen zu erläutern, die der Vereinheitlichung in der Darstellungsart dienen können.

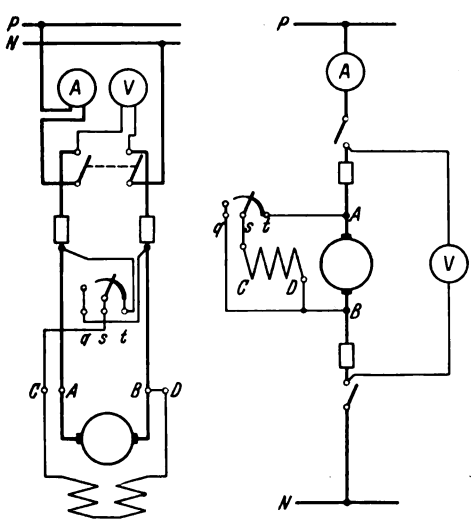


Abb. 1. Nebenschlußgenerator: Schaltanordnung und Schaltplan.

Aus der Mannigfaltigkeit der Forderungen, die an Schaltpläne je nach ihrer Verwendung gestellt werden, lassen sich zwei Hauptarten der Darstellung als wichtigste erkennen, nämlich einmal der „rein elektrische" Schaltplan, zum anderen die räumliche Schaltanordnung. Der Name für diese beiden Darstellungsarten ist zunächst Nebensache, es werden sich allenfalls bessere finden lassen, falls die grundsätzliche Unterscheidung allgemeiner als bisher üblich werden sollte.

Der Schaltplan oder das Schaltschema muß zunächst ausschließlich der Forderung Rechnung tragen, daß der Stromlauf in geraden Verbindungen, mit möglichst wenig Ecken und Kreuzungen dargestellt ist, wobei die Stromquellen bzw. Verbrauchskörper mit all ihrem Zubehör in sinnvoller Lage und in möglichst nur senkrechten oder waagerechten Reihen angeordnet sind. Auf die räumliche Lage und den mechanischen Zusammenhang der Teile darf dabei zunächst keine Rücksicht genommen werden. Letzterer kann allenfalls durch besondere Hilfslinien oder durch die Beschriftung angegeben werden. Ein solcher Schaltplan ist wohl die geeignetste Art der Darstellung für den Entwurf sowie für das Verfolgen der einzelnen Stromwege und allenfalls ihrer zeitlichen Folge.

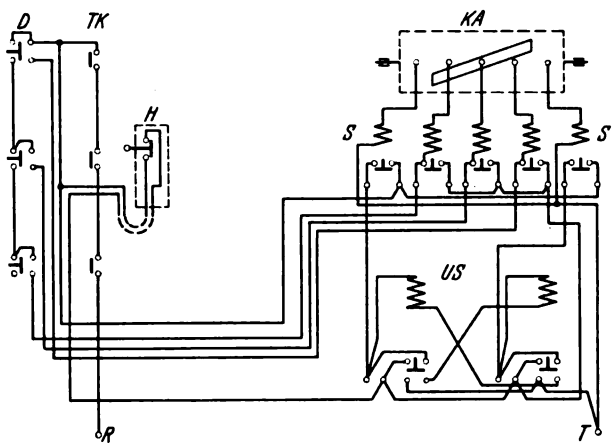


Abb. 2. Aufzug-Druckknopfsteuerung: Schaltanordnung.

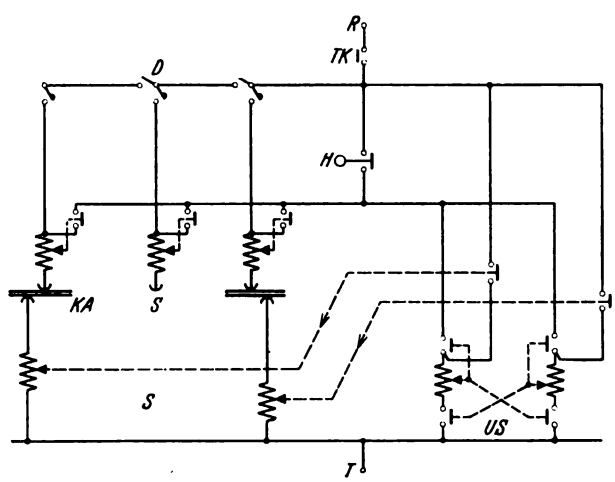


Abb. 3. Aufzug-Druckknopfsteuerung: Schaltplan.

Die Schaltanordnung dagegen hat zunächst nur die räumliche Lage der Teile, ihrer Klemmen und Leitungen zu berücksichtigen, soll also die betreffende Anlage so bildgetreu wie möglich wiedergeben; die Verbindungsleitungen sind möglichst so einzuzeichnen, wie sie tatsächlich liegen oder gelegt werden sollen, also auch mit den aus besonderen Gründen gebotenen Umwegen, Kreuzungen usw.

Es ist empfehlenswert, an dieser Unterscheidung von zwei Darstellungsarten, die für eine große Zahl von Anwendungen ausreicht, festzuhalten, wenn es auch Fälle gibt, in denen eine der beiden genügt oder eine Darstellung möglich ist, die, in der Mitte zwischen den genannten liegend, die räumliche Lage der Teile berücksichtigt und trotzdem die Stromläufe rasch und sicher erkennen läßt. Erfahrungsgemäß bedarf es einiger Denkarbeit und Übung, um beliebige Schaltungen nach obigen Gesichtspunkten möglichst vollkommen darzustellen. Einige Beispiele sollen das Gesagte erläutern.

Abb. 1 zeigt die Schaltung eines Nebenschlußgenerators; links die Schaltanordnung, aus der ohne weiteres die räumliche Lage der einzelnen Teile abzulesen ist; sie zeigt

[1]) Vgl. Lubberger Z. Fernmeldetechn. Bd. 1, S. 77, (1920).

Digitized by Google

auch deutlich die drei Leitungen, die zur Verbindung vom Generator zur Schalttafel genügen. Der Schaltplan rechts davon zeigt den Hauptstromweg in einer Senkrechten, die Hebel des zweipoligen Schalters sind daher räumlich voneinander getrennt gezeichnet.

Abb. 2 und 3 stellen die Steuerstromwege eines Aufzuges für Außenbetätigung durch Druckknöpfe dar. In wahrheitsgetreuer, natürlich nicht maßstäblicher Anordnung erscheinen in Abb. 2 ganz links die Druckknöpfe

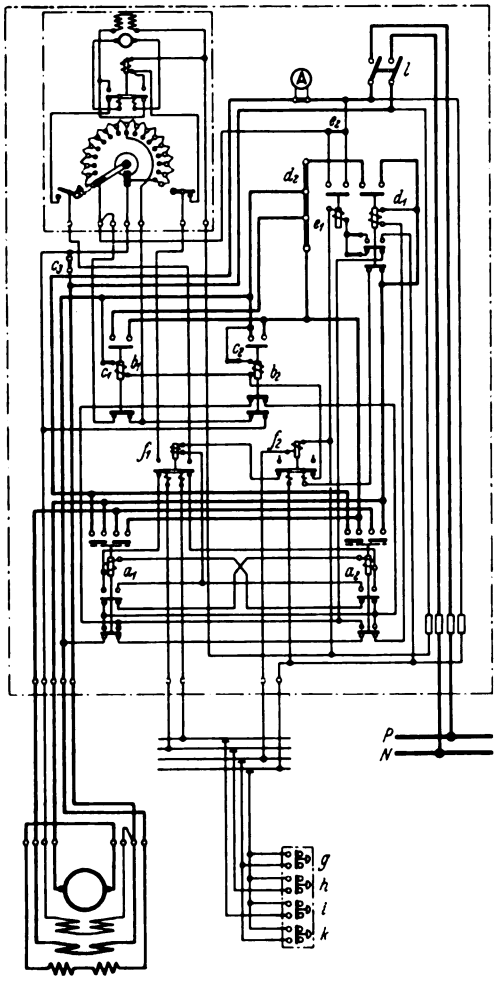


Abb. 4. Drehbank-Druckknopfsteuerung: Schaltanordnung.

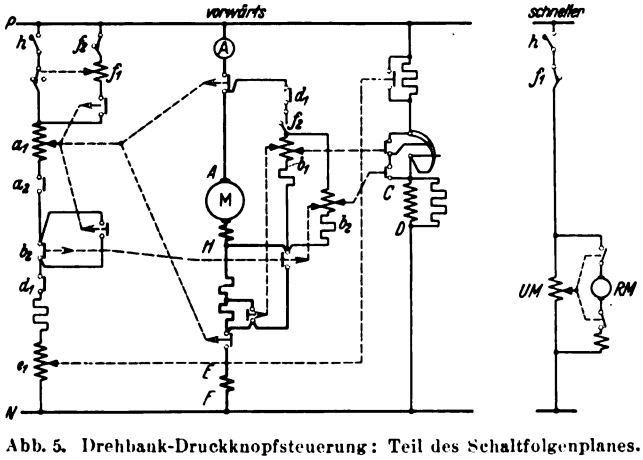


Abb. 5. Drehbank-Druckknopfsteuerung: Teil des Schaltfolgenplanes.

und Türkontakte, daneben der Fahrstuhl mit Halteschalter, weiter rechts die am Motor aufgestellten Steuergeräte, und zwar zu oberst der sogenannte Kopierapparat (man könnte deutsch vielleicht Stellungswalze sagen), darunter die Stockwerk- und die Zwischenschützen, schließlich die Umschaltschützen. Die gleichartigen Schützen sind in untereinander gleicher Anordnung der Klemmen angeschlossen. Abb. 3 zeigt den Schaltplan der Steuerung, wobei die einzelnen Stromwege nach Möglichkeit in senkrechten Linien gezeichnet sind; einige Kreuzungen und Umwege lassen sich nicht vermeiden, trotzdem gestattet es die Darstellung, sozusagen mit einem Blick den Zusammenhang der Teile zu erkennen und den Stromlauf, z. B. vom oberen Anschluß über Druckknopf, Stockwerkschütz, Kopierapparat, Zwischenschütz zum unteren Anschluß, zu verfolgen. Man kann allenfalls die Übersicht, allerdings auf Kosten des Platzbedarfes, noch erhöhen, indem man jedem Einzelteil eine besondere Zeile des Planes vorbehält. Die mechanischen Verbindungen zwischen den Spulen und den von ihnen bewegten Kontakten sind durch gestrichelte Linien angedeutet, die Pfeile bedeuten die Kontaktbewegung beim Einschalten des Stromes. Da in dem Schaltplan die elektrischen Verbindungen den mechanischen übergeordnet sind, muß man es in Kauf nehmen, daß letztere sich nicht immer in einer geraden Linie darstellen lassen.

Schließlich behandeln die Abb. 4 und 5 als letztes Beispiel eine Universal-Druckknopfsteuerung für eine Drehbank[2]), bei der das Umschalten, Regeln, Stillsetzen und Nachlaufbremsen durch Betätigung von Druckknöpfen bewirkt wird. Mit Ausnahme des Drehbankmotors, der Schleifleitungen und der Druckknöpfe sind alle Teile der Schaltung in einen Schaltschrank eingebaut, der in Abb. 4 durch die Umrahmung angedeutet ist. In dieser Schaltanordnung sind die einzelnen Geräte in ihrer wahren Lage eingezeichnet, die Verbindungen sind hinsichtlich der Lage der Anschlüsse in etwas vereinfachter Art dargestellt. Trotz dieser Abweichung von der tatsächlichen Ausführung der Schaltung kann die Darstellung keinen raschen Überblick über die Stromwege und ihre Arbeitsweise geben, selbst wenn man die einzelnen Stromwege in verschiedenen Farben zeichnen würde. Man benötigt also wieder eine zweite Darstellungsart, den Schaltplan. Während dieser aber im zweiten Beispiel (Abb. 3) die gesamte Steueranlage umfaßt, wird für die vorliegende Schaltung zweckmäßig ein etwas anderer Weg beschritten, in Anbetracht dessen, daß sie aus einer größeren Anzahl von Stufen besteht und einzelnen Bediennungselementen zwei Aufgaben zufallen, z. B. dem Druckknopf *h* der Befehl „Vorwärts" und „Schneller". Für die verschiedenen Zustände werden nur die jeweils erforderlichen Stromwege dargestellt, ungefähr in der Folge, wie sie sich zeitlich schließen; es wird also ein „Schaltfolgenplan" gezeichnet. Als Beispiel sind in Abb. 5 die Stromwege für „Vorwärts" und „Schneller" herausgezeichnet. Man erkennt sofort, daß durch das erste Drücken des Knopfes *h* nicht nur der Hauptmotor eingeschaltet wird, sondern daß auch mit Hilfe des Umschaltschützes f_1 der Druckknopf seiner zweiten Aufgabe gehorcht, nämlich bei jedem weiteren Drücken den Regelmotor zur Feldschwächung einzuschalten. In entsprechender Weise sind alle Phasen der Schaltung darzustellen.

Die obigen Ausführungen dürften wohl den Beweis erbracht haben, daß die beiden Darstellungsarten, die als Schaltanordnung und als Schaltplan bezeichnet wurden, geeignet und ausreichend sind, um verwickelte Schaltungen so darzustellen, wie es die verschiedensten Zwecke der Zeichnung erfordern.

[2]) Vgl. Siemens-Z. Bd. 9, S. 715 (1929).

Verkehrsampel mit Leuchtröhren.

Verkehrsampeln, bei denen drei verschiedene, in den Farben rot, gelb und grün aufleuchtende Flächen untereinander bzw. nebeneinander angeordnet sind, haben den Nachteil, daß man bei hellem Sonnenschein häufig nicht erkennen kann, welches der 3 Felder leuchtet. Dieser Nachteil wird bei einer neuen Verkehrsampel dadurch vermieden, daß nur eine Fläche vorhanden ist, die nacheinander in den üblichen Signalfarben aufleuchtet[1]). In dem Lampenhaus dieser Ampel befinden sich hinter der üblichen Frontlinse 3 Leuchtröhren, die rotes, gelbes bzw. grünes Licht aussenden. Gegenüber den mit Glühlampen betriebenen Ampeln soll sich die neue Ampel „Monolenz" auch durch geringeren Stromverbrauch auszeichnen. *M. W.*

[1]) Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 29, S. 338.

Digitized by Google

Neuere Untersuchungen über die Lichtdurchlässigkeit des Nebels.

Von Dr. M. Wolff, Berlin.

Übersicht. Die Frage, ob bei Nebel durch Anwendung farbigen Lichtes eine Verbesserung der Sichtverhältnisse gegenüber weißem Licht zu erzielen ist, wurde bisher nicht einheitlich beantwortet. Ein Vergleich neuerer Untersuchungen zeigt, daß bei starkem Nebel praktisch keine Unterschiede in der Durchlässigkeit für farbiges Licht gegenüber weißem bestehen. Bei Dunst, beim Vorkommen größerer Mengen von Staub oder Ruß in der Luft und bei schwachem Nebel (Sichtweite $> 0{,}8$ km) ist jedoch eine etwas bessere Durchlässigkeit für langwelliges Licht vorhanden. Berücksichtigt man den durch die Färbung hervorgerufenen Lichtverlust, so dürften in den meisten Fällen durch Verwendung von Farbfiltern praktisch keine Vorteile zu erzielen sein.

Der Nebel bedeutet bekanntlich für den gesamten Verkehr ein schweres Hindernis. Infolge der Absorption erscheinen die gesehenen Leuchtdichten kleiner, als sie in Wirklichkeit sind. Durch die Streuung wird neben einer Schwächung des Lichtes gleichzeitig eine Änderung der Leuchtdichteverteilung im Beobachtungsfeld und damit eine Herabsetzung der vorhandenen Kontraste verursacht. Beides hat eine Verminderung der Sichtweite von Selbstleuchtern (z. B. Leuchtfeuer oder Ansteuerungsfeuer) bzw. eine Beeinträchtigung der Erkennbarkeit von beleuchteten Gegenständen zur Folge. Es ist von Interesse, ob sich durch Verwendung farbiger Lichtquellen eine Verbesserung der Sichtverhältnisse gegenüber weißem Licht erzielen läßt. Wegen der Wichtigkeit dieser Fragen sind in den letzten Jahren Untersuchungen hierüber in verschiedenen Ländern angestellt worden. Da die Eigenschaften des Nebels von vielen Faktoren abhängen (z. B. Dichte, Größe und Verteilung der Zahl der Nebeltröpfchen auf die verschiedenen Tröpfchendurchmesser) und man mit künstlichem Nebel die natürlichen Verhältnisse nicht genau nachahmen kann, können nur Untersuchungen, die mit natürlichem Nebel durchgeführt wurden, eine Entscheidung der obigen Fragestellung bringen.

Granath und Hulburt[1]) ermittelten aus Durchlässigkeitsmessungen, die mit Hilfe eines schreibenden Spektrographen an einem Fluß in der Nähe Washingtons durchgeführt wurden, für 4830 Å einen um 10 bis 11 % größeren Schwächungskoeffizienten als für 6570 Å. Die Verfasser kommen zu dem Schluß, daß für die Durchdringung des Nebels farbiges Licht praktisch keine Vorteile bietet.

C. Münster[2]) untersuchte die Verhältnisse, die beim Fahren mit Kraftfahrzeugen im Nebel vorliegen. Ein grau-weißer Prüfgegenstand von bekanntem Kontrast wurde durch einen in 25 bzw. 50 m Entfernung aufgestellten Scheinwerfer beleuchtet und durch ein Objektiv in einer der Netzhaut des Fahrers entsprechenden Ebene abgebildet. Dieses Bild wurde unter Vorschaltung verschiedener Filter ausphotometriert und der Kontrast der Felder bestimmt. Eine Meßreihe aus 50 m Abstand bei „mittelstarkem Nebel" ergab bei Verwendung eines Gelbglases eine Kontraststeigerung von rd. 20 %, bei Rotglas von rd. 30 % gegenüber Weiß. Eine zweite Meßreihe lieferte dagegen nur rd. 10 % für Gelb und etwa 20 % für Rot.

Um Fehler zu vermeiden, die dadurch entstehen können, daß sich die Nebeldichte oder der Verteilungszustand der Tropfengrößen zwischen zwei Messungen in verschiedenen Spektralbereichen ändert, benutzten Born, Dziobek und Wolff[3]) ein Untersuchungsverfahren, das eine spektrale Durchlässigkeitsmessung gleichzeitig im gesamten sichtbaren Bereich ermöglicht. Es wurde die Farbtemperatur einer leuchtenden Opalglasscheibe aus 20 m Entfernung bei Nebel und bei klarer Luft gemessen. Aus dem Unterschied der beiden Werte läßt sich die Durchlässigkeit des Nebels für alle Wellenlängen errechnen. Eine bei etwa 0,3 km Sichtweite vorgenommene Messung zeigte an einem Abend keine bevorzugte Durchlässigkeit für irgendein Spektralgebiet, an einem zweiten Abend ergab sich für 4830 Å ein etwa 5 bis 6 % größerer Schwächungskoeffizient als für 6570 Å. In der Arbeit wird darauf hingewiesen, daß man scharf zwischen Nebel und Dunst, dessen selektive Absorption schon länger bekannt ist, unterscheiden müsse, und daß in der Nähe von Großstädten gelegentlich Nebel vorhanden sei, der so viel Staub und Ruß enthalte, daß deutlich eine stärkere Absorption im Blauen eintritt. — Dziobek und Wolff[4]) haben ferner ein Verfahren angegeben, durch das man Kontrastmessungen in mehreren Wellenlängenbereichen gleichzeitig vornehmen kann. Die damit vorgenommenen Messungen sind jedoch noch nicht veröffentlicht.

Ein Vergleich der Durchlässigkeit des Nebels für Natriumlicht und Glühlampenlicht[5]) wurde in der Weise durchgeführt, daß zwei von den beiden Lichtquellen durchleuchtete Opalglasscheiben gleicher Leuchtdichte aus verschiedenen Entfernungen beobachtet wurden. Es zeigten sich keine Unterschiede. Insbesondere waren auch die Sichtweiten für beide Lichtarten gleich.

Von Stuart[6]) in London durchgeführte Versuche ergaben, daß das Licht von 5700 bis 5200 Å den Nebel besser durchdringt als das von 5200 bis 4000 Å. Zahlenmäßige Meßergebnisse sowie nähere Angaben über das benutzte Meßverfahren fehlen leider. Auf Grund der Versuche wurde ein Filter hergestellt, das von 7500 bis 5200 Å fast vollständig durchlässig ist, aber von 5200 bis 4000 Å sehr stark absorbiert. Es soll für Fahrten im Nebel mit Kraftfahrzeugen besonders geeignet sein.

Sehr aufschlußreich sind Untersuchungen von Stiles[7]), die ebenfalls auf Kraftfahrzeugscheinwerfer zugeschnitten sind. Graue Prüfgegenstände von verschiedenem Reflexionsvermögen wurden von zwei Autoscheinwerfern beleuchtet. Das gerade benutzte Prüfstück wurde soweit vom Scheinwerfer entfernt, bis es ein hinter dem Scheinwerfer stehender Beobachter gerade noch erkennen konnte. Dieser Grenzabstand wurde außerdem bestimmt, wenn vor das Auge des Beobachters farbige Gläser oder entsprechende Graugläser gleicher Gesamtdurchlässigkeit vorgeschaltet waren. Es ergab sich folgendes: Bei schwachem Nebel war mit wachsender Absorption der Filter eine Verringerung der Grenzabstände (bei 90 % Absorption um etwa 20 %), also eine Verschlechterung der Sichtverhältnisse bemerkbar. Ein Unterschied zwischen farbigen Filtern und den entsprechenden Graugläsern war nicht festzustellen. Bei stärkerem Nebel lagen qualitativ gleiche Verhältnisse vor; die Änderung der Grenzentfernungen war jedoch geringer. Die Wirkung der Farbscheiben ist, da kein Unterschied gegenüber Graugläsern festgestellt werden konnte, nur auf die Herabsetzung der Lichtstärke zurückzuführen. Ihre Verwendung bei Nebelfahrten bringt nach diesen Versuchen dem Automobilisten keinerlei Vorteile.

Von besonderem Interesse ist eine Arbeit von Foitzik[8]), da sie genaue Daten über den Einfluß der Dichte des Nebels enthält. Mit Hilfe eines neuen Sichtmessers wurde die Durchlässigkeit des Nebels in Abhängigkeit von seiner Dichte für blaues, grünes, rotes und weißes Licht gemessen. Bei Sichtweiten unterhalb von 0,8 km ergab sich für rotes Licht eine etwa 7 bis 8 % bessere Durchlässigkeit als für weißes. Bei 0,8 km tritt eine bemerkenswerte Unstetigkeit auf. Der Unterschied in der Durchlässigkeit zwischen rotem und weißem Licht steigt an, erreicht mit etwa 14 % ein Maximum bei 1 km und fällt dann nur langsam wieder ab. Dieses Verhalten ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß mit abnehmender Nebeldichte auch die Größe der Nebeltröpfchen kleiner wird.

Vergleicht man die Ergebnisse der erwähnten Arbeiten miteinander, so findet man verschiedene Widersprüche. Während bei den meisten Untersuchungen nur kleine bzw. gar keine Unterschiede in der Durchlässigkeit des Nebels für farbiges und weißes Licht gefunden wurden, zeigen die von Münster und Stuart erhaltenen Ergebnisse größere Abweichungen. Vielleicht sind diese Messungen bei verhältnismäßig schwachem Nebel (Sichtweite $> 0{,}8$ km) vorgenommen worden, der, wie die Untersuchung von Foitzik gezeigt hat, langwelliges Licht besonders gut durchläßt. Außer der Dichte des Nebels dürfte seine Beschaffenheit eine ziemlich starke Rolle spielen. Dies kann besonders bei den Messungen von Stuart der Fall sein, da

[1]) Physic. Rev. Bd. 34, S. 140 (1929).
[2]) Z. techn. Physik Bd. 14, S. 73 (1933).
[3]) Z. techn. Physik Bd. 14, S. 289 (1933).
[4]) Z. Instrumentenkde. Bd. 53, S. 365 (1933).
[5]) Trans Illum. Engng. Soc. Bd. 29, S. 241 (1934); ETZ 1934, S. 1046.
[6]) Engineering Bd. 138, S. 107 (1934).
[7]) Illum. Engr., Lond., Bd. 27, S. 313 (1934).
[8]) Naturwiss. Bd. 22, S. 384 (1934).

Digitized by Google

der Londoner Nebel bekanntlich sehr viel Ruß und Staub enthält.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Unterschiede in der Durchlässigkeit des Nebels für verschiedenfarbiges Licht gegenüber ungefärbtem bei stärkerem Nebel, auf den es ja vor allen Dingen ankommt, sehr gering sind. Bei Dunst, beim Vorkommen größerer Mengen von Staub oder Ruß in der Luft und bei schwachem Nebel (Sichtweite > 0,8 km) ist dagegen eine etwas bessere Durchlässigkeit für das langwellige Licht vorhanden. Berücksichtigt man aber den durch die Färbung hervorgerufenen Lichtverlust, so dürften durch die Verwendung von Farbfiltern in den meisten Fällen praktisch keine Vorteile zu erzielen sein.

Die Elektrizitätsversorgung Hollands.

Von Dr. W. Lulofs, Amsterdam.

Übersicht. Im Nachstehenden behandelt der Verfasser den Werdegang der Elektrizitätsversorgung Hollands seit 1929 unter Berücksichtigung der jetzigen wirtschaftlichen Verhältnisse und des wieder heranwachsenden Wettbewerbs des Öls und der Dieselkraft. Hierbei ist er in der Hauptsache von den Erfahrungen in Amsterdam während der letzten Jahre ausgegangen.

Seit der letzten Veröffentlichung[1]) sind reichlich fünf Jahre vergangen, unter ihnen, namentlich was das letzte Jahr betrifft, auch schwierige Jahre für den Fortschritt der Elektrizitätsversorgung, so daß über diesen Zeitraum Interessantes zu berichten ist.

Im allgemeinen kann man sagen, daß bis einschließlich 1931 die Elektrizitätsversorgung sich in zufriedenstellender Weise entwickelt hat, wonach auch in Holland der Einfluß der Wirtschaftskrisis auf die Stromabnahme sich geltend gemacht hat. Sowohl für Kraftzwecke wie für Anwendungen in der Haushaltung und dergleichen hat der schnelle Zuwachs des Elektrizitätsverbrauchs geringere Ausmaße angenommen.

Dies zu beleuchten diene der Hinweis, daß, während die Gesamterzeugung der niederländischen Kraftwerke bis 1931 um etwa 200 000 000 kWh, d. h. rd. 10 % jährlich zunahm, dieser Zuwachs von 1931 bis auf 1932 nur etwa 50 000 000 kWh betrug.

Bekanntlich wird in Holland die Elektrizitätsversorgung (Abb. 1), sowohl was die Erzeugung als auch die Verteilung betrifft, hauptsächlich provinzial geregelt, während 24 Kraftwerke[2]) teils provinzial, teils kommunal die Erzeugung besorgen[3]). Die Zahlentafeln 1 a und 1 b stellen nun für die Jahre 1929, 1930, 1931 und 1932 den Erzeugungsverlauf in den verschiedenen Kraftwerken dar, sowohl was betrifft die insgesamt erzeugten Kilowattstun-

[1]) ETZ 1929, S. 849.

[2]) Hierbei werden die drei Kraftwerke der „staatlichen Kohlenzechen", welche zusammenarbeiten, als ein Ganzes betrachtet.

[3]) Die Zahlen in dieser Abbildung und in meinem Aufsatz verdanke ich teilweise der „Electriciteitsstatistiek 1932", veröffentlicht von „Centraal Bureau voor de Statistiek".

Zahlentafel 1a. Erzeugung (ohne Eigenverbrauch) in Mill kWh und prozentuale Veränderungen.

Provinz	Kraftwerk	1929	1930	Veränderung in % gegenüber 1929	1931	Veränderung in % gegenüber 1930	1932	Veränderung in % gegenüber 1931
A. Nord-Holland	I Amsterdam	368,0	429,7	16,7	440,4	2,5	368,2	— 16,4
	II Haarlem	30,6	39,3	28,4	39,8	1,3	33,4	— 16,1
	III Velsen	0,6	0,8	33,3	48,3	5940,0	178,8	270,0
	IV Ijmuiden*) (Hüttenbetrieb)	59,4	62,3	4,9	48,6	— 22,0	—	— 100,0
		458,6	533,0	16,2	577,1	8,3	580,4	+ 0,6
B. Süd-Holland	I Rotterdam	196,6	211,8	7,7	215,2	1,6	206,9	— 3,9
	II Den Haag	136,5	144,1	5,6	158,0	9,7	163,1	3,2
	III Dordrecht	55,8	58,5	— 0,5	56,8	— 2,9	52,5	— 7,6
	IV Leiden	36,8	41,0	11,4	42,8	4,4	43,6	1,9
	V Delft	16,9	16,7	— 1,2	17,8	6,6	19,3	8,4
	VI Gouda	8,4	9,8	16,7	10,9	11,2	11,0	0,9
		451,0	481,9	6,9	501,5	4,1	496,4	— 1,0
C. Utrecht	I Utrecht	66,2	72,9	10,1	81,5	11,8	89,0	9,2
		66,2	72,9	10,1	81,5	11,8	89,0	9,2
D. Gelderland	I Nijmegen	96,8	121,9	26,0	141,9	16,4	135,7	— 4,4
	II Arnhem	18,3	19,2	4,9	20,7	7,8	22,8	9,2
		115,1	140,1	21,7	162,6	16,0	158,5	— 2,5
E. Overyssel und F. teilweise	I Hengelo	56,2	61,3	9,1	63,3	3,3	56,4	— 10,9
	II Zwolle	24,0	27,3	13,7	32,3	18,3	36,1	10,5
		80,2	88,6	10,5	95,6	7,9	92,5	— 3,2
F. Drente (siehe unter G. und E.)		—	—	—	—	—	—	—
G. Groningen und F. teilweise	I Groningen (Provinz)	50,1	56,8	13,3	56,3	— 0,9	57,7	2,5
	II „ (Gemeinde)	1,6	1,8	12,5	2,1	16,7	1,7	— 19,0
		51,7	58,6	13,3	58,4	— 0,3	59,4	1,7
H. Friesland	I Leeuwarden	26,3	30,4	15,6	32,5	6,9	34,9	7,4
		26,3	30,4	15,6	32,5	6,9	34,9	7,4
K. Zeeland	I Vlissingen	8,2	12,9	57,4	12,4	— 3,9	9,9	— 20,0
	II Westdorpe				2,8		3,3	+ 17,9
					15,2		13,2	— 13,1
L. Nord-Brabant	I Geertruidenberg	123,8	121,2	— 2,1	115,7	— 4,5	114,4	— 1,1
	II Tilburg	21,8	23,6	8,3	23,9	1,3	23,8	— 0,4
		145,6	144,8	— 0,4	139,6	— 3,6	138,2	— 1,0
M. Limburg	I Staatliche Zeche „Emma"	193,7	246,6	27,3	309,9	25,5	368,0	+ 18,7
	II Staatliche Zeche „Wilhelmina"							
	III Staatliche Zeche „Maurits"							
	IV Venlo	5,6	6,2	10,7	6,7	8,1	6,7	—
		199,3	252,8	27,0	316,6	18,3	374,7	+ 18,3
	insgesamt für Holland	1602,2	1816,0	13,3	1980,6	9,1	2037,2	2,9

*) Dieses Kraftwerk ist seit 1931 nicht mehr in Betrieb. Die Hütten werden jetzt von Velsen (III) beliefert.

Digitized by Google

Zahlentafel 1b. Höchste Belastung in kW (ohne Eigenverbrauch) und prozentuale Veränderungen.

Provinz	Kraftwerk	1929	1930	Veränderung in % gegenüber 1929	1931	Veränderung in % gegenüber 1930	1932	Veränderung in % gegenüber 1931
A. Nord-Holland	I Amsterdam	120 688	115 227	— 4,5	97 820	— 15,1	104 497	6,8
	II Haarlem	11 443	14 805	29,4	12 778	— 13,7	12 490	— 2,3
	III Velsen	3 627	5 720	57,7	35 650	524,0	38 000	6,6
	IV Ijmuiden*) (Hüttenbetrieb)	11 700	11 700	—	—	—	—	—
		147 458	147 452	—	146 248	— 0,8	154 987	6,0
B. Süd-Holland	I Rotterdam	63 900	66 500	4,1	65 400	— 1,7	61 500	— 6
	II Den Haag	47 995	50 450	5,1	54 270	7,6	59 000	8,7
	III Dordrecht	17 440	18 240	4,6	17 240	— 5,5	15 940	— 7,5
	IV Leiden	12 180	13 640	— 12,0	13 670	0,2	13 670	—
	V Delft	5 700	5 200	— 8,8	6 500	25,0	6 100	— 6,2
	VI Gouda	2 800	3 115	11,2	3 340	7,5	3 260	— 2,4
		150 015	157 145	4,8	160 420	2,1	159 470	— 0,6
C. Utrecht	I Utrecht	23 674	25 100	6,0	28 600	13,9	28 400	— 0,7
		23 674	25 100	6,0	28 600	13,9	28 400	— 0,7
D. Gelderland	I Nijmegen	27 900	34 000	21,8	36 425	7,1	37 700	3,5
	II Arnhem	7 851	7 589	3,3	7 899	4,1	7 791	— 1,4
		35 751	41 589	16,3	44 324	6,6	45 491	2,6
E. Overyssel und F teilweise	I Hengelo	22 850	24 000	5,0	24 900	3,7	23 140	— 7,1
	II Zwolle	8 300	9 380	13,0	10 330	10,1	12 290	19,0
		31 150	33 380	7,2	35 230	5,5	35 430	0,6
F. Drente (siehe unter G. und E.)		—	—	—	—	—	—	—
G. Groningen und F teilweise	I Groningen (Provinz)	15 200	16 100	5,9	17 000	5,6	18 290	7,6
	II „ (Gemeinde)	2 500	4 405	76,3	2 200	— 50,—	2 372	7,8
		17 700	20 505	15,8	19 200	— 6,4	20 662	7,6
H. Friesland	I Leeuwarden	8 400	11 850	41,1	9 950	— 16,0	10 150	2,0
		8 400	11 850	41,1	9 950	— 16,0	10 150	2,0
K. Zeeland	I Vlissingen	3 170	3 680	17,7	4 205	14,3	3 840	— 8,7
	II Westdorpe	940	1 910	103,0	1 300	— 31,9	1 260	— 3,1
		4 110	5 590	36,1	5 505	— 1,5	5 100	— 7,4
L. Nord-Brabant	I Geertruidenberg	39 200	37 000	— 5,6	32 800	— 11,3	33 000	0,6
	II Tilburg	10 100	9 800	— 3,0	9 800	—	10 270	4,8
		49 300	46 800	— 5,1	42 600	— 9,0	43 270	1,6
M. Limburg	I Staatliche Zeche „Emma"	38 500	51 500	33,4	57 000	10,7	75 350	32,2
	II Staatliche Zeche „Wilhelmina"							
	III Staatliche Zeche „Maurits"							
	IV Venlo	2 108	2 220	5,3	2 725	23,6	2 725	—
		40 608	53 720	32,4	59 725	11,3	78 075	23,6
	Insgesamt für Holland	508 166	543 131	6,9	551 802	1,6	581 035	5,3

*) Dieses Kraftwerk ist seit 1931 nicht mehr in Betrieb. Die Hütten werden jetzt von Velsen (III) beliefert.

den (Zahlentafel 1a) als die aufgetretene Maximalbelastung (Zahlentafel 1b), wobei zudem der jährliche prozentuale Zuwachs erwähnt worden ist, während in Zahlentafel 2 Zahlen über die Erzeugung je Einwohner für die verschiedenen Provinzen wiedergegeben werden. Bei der Zahlentafel 2 ist zu bemerken, daß für die Provinz Drente, welche nur eine Einwohnerzahl von etwa 230 000 hat, die Elektrizitätsversorgung

Zahlentafel 2. Erzeugung in kWh je Einwohner und Jahr.

Provinz	1929	1930	Veränderung in % gegenüber 1929	1931	Veränderung in % gegenüber 1930	1932	Veränderung in % gegenüber 1931
A. Nord-Holland	309	352	13,9	375	6,5	372	— 0,8
B. Süd-Holland	234	245	4,7	252	2,9	246	— 2,4
C. Utrecht	166	179	7,8	196	9,5	210	7,2
D. Gelderland	141	170	20,6	193	13,5	185	— 4,1
E. Overyssel u. Drente teilw.	129	140	8,5	149	6,4	142	— 4,7
F.u.G. Groningen u. Drente teilw.	103	116	12,6	115	— 0,9	115	—
H. Friesland	65	76	17,0	80	5,3	86	7,5
K. Zeeland	34	52	53,0	50	— 3,9	53	6,0
L. Nord-Brabant	166	161	— 3,0	154	— 4,3	150	— 2,6
M. Limburg, einschl. des eigenen Verbrauches der Kohlenzechen	367	456	24,2	559	22,6	649	16,1
Limburg, ausschl. des eigenen Verbrauches der Kohlenzechen	75	105	40,0	126	20,0	115	— 8,7
Insgesamt einschl. des eigenen Verbrauches der Kohlenzechen	205	228	12,2	246	7,9	249	1,2
Insgesamt ausschl. des eigenen Verbrauches der Kohlenzechen	195	204	4,6	215	5,4	212	— 1,4

Zahlentafel 3. Länge der gesamten Hochspannungsleitungen in km 1926 und 1929 bis 1932.

Provinz	Ende 26	Ende 29	Ende 30	Ende 31	Ende 32	Zunahme von 1926 auf 1932 %
A. Nord-Holland	2081	2486,4	2647	2778,7	2906,8	39,6
B. Süd-Holland	1626	2429,2	2669,6	2831,6	2887,3	77,5
C. Utrecht	580	725,8	776,2	841,8	879,8	51,7
D. Gelderland	1697	2098,2	2270,5	2405,6	2456,3	44,8
E. Overyssel u. Drente teilweise	657	1148,7	1248,8	1409,0	1454,9	124,0
F.u.G. Groningen u. Drente teilweise	1275	1538,2	1721,8	1776,4	1829,4	43,5
H. Friesland	962	1133,9	1180,1	1283,5	1310,0	36,2
K. Zeeland	130	371,0	471,1	534,1	605,8	366,0
L. Nord-Brabant	1280,4	1661,9	1735,1	1824,2	1868,1	45,9
M. Limburg	688,5	1080,5	1069,1	1157,1	1192,9	73,2
Insgesamt	10 976,9	14 673,8	15 789,3	16 842,0	17 391,3	58,4

hauptsächlich durch die beiden unmittelbar an Drente grenzenden Provinzen Groningen und Overyssel erfolgt.

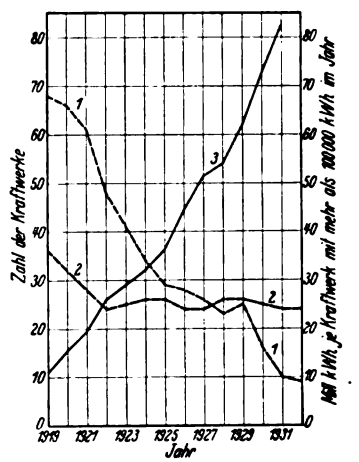
Zahlentafel 3 zeigt für jede Provinz die Gesamtlänge der dort befindlichen Hochspannungsleitungen für Spannungen von mehr als 1000 V (die höchste Spannung war 1932 noch 70 kV). Im Vergleich mit dem Jahre 1926 zeigt es sich, daß diese Länge in nicht unbedeutendem Maße zugenommen hat.

Obgleich in der ersten Hälfte des betrachteten Zeitraumes eine leichte Besserung in der Lage der Elektrizitätsversorgung im allgemeinen festzustellen war, hat dieselbe für die zweite Hälfte sich nicht als vollständig stetig erwiesen, so daß für Optimismus in dieser Beziehung wenig Veranlassung besteht; im Gegenteil fragt es sich, ob die anhaltende Krisis überhaupt als die einzige Ursache des weniger befriedigenden Fortschritts betrachtet werden darf, zumal es in letzterer Zeit für die hiesigen Elektrizitätslieferanten immer schwieriger wird, dem

Digitized by Google

Wettbewerb des Rohöls und des Petroleums die Spitze zu bieten. Das Rohöl findet dabei Verwendung als Brennstoff für Dieselmotoren für Anlagen zur Erzeugung eigner Kraft und für Großlichtbedarf, sowie für Wegedienstzwecke und auch als Brennstoff für Großöfen und Zentralheizung, während das Petroleum aufs neue in zunehmendem Maße

Abb. 1. Übersicht der bestehenden Hochspannungsleitungen.



1 Eltwerke mit weniger als 100 000 kWh jährlicher Erzeugung
2 Übrige Erzeugungswerke
3 Jahreserzeugung

Abb. 2. Stromerzeugung und Eltwerke.

in der Haushaltung sich Bahn bricht. Dieser Umstand ist nicht nur den niedrigen Preisen des Rohöls und des Petroleums, sondern auch den sehr erniedrigten Anschaffungspreisen der Dieselmotoren und der Öl- und Petroleumapparate zuzuschreiben, sowie auch auf die in letzter Zeit erfolgte Konstruktionsverbesserung der genannten Motoren und Apparate zurückzuführen, wodurch die Bedienung einfacher, die Unterhaltung billiger und die Gebrauchsweise leichter geworden ist.

Diese Entwicklung macht nicht nur die Verwendung von Öl und Petroleum im Augenblick zu einer gefährlichen Konkurrentin, sondern gibt zu der Frage Anlaß, ob hierin nicht der Anfang einer Gefährdung der wirtschaftlichen Grundlage der Elektrizitätsversorgung zu sehen ist. Weil diese ja auf der Tatsache beruht, daß die elektrische Arbeit durch Zusammenschluß billig erzeugt werden kann, in dieser Form zur Weiterleitung und zur Verteilung sehr geeignet ist und vom Stromabnehmer in zweckmäßiger Weise in die Energieform verwandelt werden kann, derer er bedarf, d. h. als Kraft, Beleuchtung und Wärme, so bieten die Vorteile der konzentrierten Erzeugung und der einfachen Bedienung der elektrischen Apparate und Vorrichtungen genügenden Anlaß, die bedeutenden Übertragungs- und Verteilungskosten der Elektrizität auszugleichen und den Machtstreit mit den anderen Energiequellen und dazugehörigen Apparaten mit gutem Erfolg durchzuführen. Jedenfalls bildet der Fortschritt der Rohöl- und Petroleumverwendung in dieser Beziehung eine nicht zu unterschätzende Gefahr, die Anlaß zu erneuter Kraftanstrengung gibt, die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätsversorgung zu einer immer größeren Vollendung zu steigern.

Möglichkeiten, eine Verbesserung der Betriebswirtschaft herbeizuführen, gibt es viele.

Für die Stromerzeugung gibt Abb. 2 eine Übersicht. Zwar kann aus Abb. 2 festgestellt werden, daß die Zahl (*1*) der Erzeugungswerke (mit weniger als 100 000 kWh jährlicher Erzeugung) noch immer fällt und bis auf 9 gesunken ist. Unter ihnen liegen 5 auf kleineren Inseln, welche aus wirtschaftlichen Gründen mittels Wasserkabel nicht vom Festland aus beliefert werden können. Die durchschnittliche Jahresproduktion der übrigen Erzeugungswerke (*3*) zeigt eine steigende Richtung, ihre Zahl (*2*) ist seit 1922 praktisch gleichbleibend geblieben. Sie arbeiten, einige Ausnahmen nicht mitgerechnet, völlig oder teilweise selbständig und dienen hauptsächlich der Versorgung des Elektrizitätsbedarfs des eigenen Absatzgebietes.

Zahlentafel 4. Installierte Leistung der einzelnen Eltwerke.

Jahr	Installierte Leistung $\times 1000$ kW $= L$	Summe der maximalen Belastungen $\times 1000$ kW $= S$	$r = \frac{L}{S}$ Reservefaktor
I	II	III	IV
1919	256	167	1,53
1920	300	193	1,55
1921	360	215	1,67
1922	304	238	1,70
1923	—	—	—
1924	508	300	1,69
1925	570	329	1,73
1926	632	360	1,76
1927	691	412	1,68
1928	735	460	1,60
1929	821	508	1,62
1930	989	544	1,82
1931	1094	552	1,98
1932	1096	582	1,88

Zahlentafel 4 gibt eine Übersicht der installierten Leistung der in Holland vorhandenen Kraftwerke mit ihren Höchstbelastungen und dem daraus hervorgehenden Reservefaktor, der mittels durchgeführter Kupplung bedeutend herabgesetzt werden könnte.

Abb. 1 bringt eine Übersicht der bestehenden Hochspannungsleitungen, welche nur noch in geringem Umfange zu Kuppelleitungen ausgebaut worden sind.

Erst spät macht sich das Bedürfnis eines Zusammenschlusses bestehender Eltwerke geltend. Untersuchungen und Pläne sind auf diesem Gebiete eingeleitet.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Gegendruck-Radial-Turbosatz. — Kurze Baulänge, kein Getriebe, guter Dampfverbrauch, einfacher und betriebsicherer Aufbau sind die Kennzeichen der Gegendruck-Radial-Turbine. Die Abb. 1 zeigt den Einbau eines 750 kW-Siemens-Radial-Turbosatzes. Die verlängerte Generatorwelle dient gleichzeitig als Turbinenwelle und

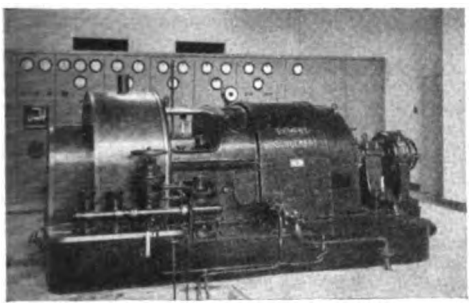


Abb. 1. Gegendruck-Radial-Turbosatz 750 kW, 400 V, 3000 U/min, 23 atü, 325 °C, 3 ata.

trägt das Laufrad. Auf diesem Laufrad sind einseitig oder beiderseits in konzentrischen Ringen eine Anzahl radialer Turbinenstufen angeordnet. Jede Turbine wird auf dem Prüfstand der Turbinenfabrik einem Probelauf unterworfen und dann fertig zusammengebaut versandt. Die Montage beschränkt sich daher auf den Einbau des Turbosatzes in der vorgesehenen Zentrale. Die Steuerung ist der besseren Übersicht wegen neben der Maschine angeordnet. *f*

Die Wartung von stillgelegten Wärmekraftwerken. — In Italien dienen die großen Wärmekraftwerke für die Belieferung von Jahresbelastungspitzen und liegen daher oft sehr lange still. Es waren deshalb besondere Konservierungsmethoden zu erproben, die von der bearbeitenden Kommission beschrieben werden. Für Kessel kommt die feuchte oder die trockene Konservierung in Frage. Im ersten Falle füllt man den Kessel mit einer wässerigen Sodalösung, wobei das Wasser durch Aufkochen sauerstoffarm gemacht wird. Der Vorteil dieser Methode ist die schnelle Betriebsbereitschaft, da der Kessel beim Anheizen schon das Kesselwasser enthält. Natürlich muß ab und zu Sodalösung nachgefüllt werden, um den Alkaligehalt zu gewährleisten. Bei dem Trockenverfahren wird der Kessel in warmem Zustande entleert, so daß der Feuchtigkeitsrückstand verdampft und durch Warmluft entfernt werden kann. Dann werden in den Kessel Behälter mit Chlorkalzium gestellt. Die beste Konservierung der Dampfturbinen ist die Lackierung der Schaufeln. Will man jedoch die Turbinen nicht zerlegen, so hat sich auch ein Einspritzen von Öl- oder Vaselindampf bewährt, der sich auf den Schaufeln und Innenteilen als Schutzfilm niedersetzt. Schwieriger ist die Wartung der Kondensatoren; auch hier kann man das feuchte oder trockene Verfahren wählen, es ist aber gutes Auswaschen erforderlich, wenn die Kühlung durch Meerwasser erfolgte. Es empfiehlt sich, die Speisepumpen von Zeit zu Zeit in Tätigkeit zu setzen und die Dampfleitungen zeitweise mit Warmluft zu durchspülen, um Rostansatz zu vermeiden. Auch hat sich die Notwendigkeit erwiesen, die Generatoren in der feuchten Jahreszeit elektrisch zu heizen oder in die Lüftungskanäle Heizkörper einzubauen. (Energia elettr. Bd. 11, S. 22.) *Rtz.*

Leitungen.

Koronaversuche an Leitungen von 35,5 mm Dmr. — Im Anschluß an frühere, teilweise von den gleichen Verfassern durchgeführte Versuchsreihen über Koronaverluste an Leitungen verschiedenen Durchmessers für 220 bis 300 kV Betriebspannung[1]) berichten Carroll, Cozzens und Blakeslee in einer neueren Abhandlung über Vergleichsversuche an Leitungen von 1,4" = 35,5 mm Dmr. Dieser Leitungsdurchmesser entspricht der geplanten 275 kV-Kraftübertragung von Boulder Dam nach Los Angeles. Vergleichsweise wurden dabei 6 verschiedene Ausführungen von Hohlleitern wie auch von verseilten Kabeln mit abweichender Kernausbildung untersucht. Die Versuche wurden sowohl bei Dreiphasen- wie auch Einphasenanordnung durchgeführt, und zwar im Ryan-Laboratorium der Stanford-Universität. Zur Verfügung stand eine Versuchsleitung von 213 m Länge, die an 20gliedrigen Isolatorenketten aufgehängt war. Um die bei Regen nicht mehr zu vernachlässigenden Verluste über diese Isolatoren berücksichtigen zu können, wurde eine entsprechende Hänge- und Abspannkette neben der Versuchsleitung frei aufgehängt und deren Verluste gleichzeitig mitgemessen.

Da das von der Herstellung der Kabel diesen anhaftende Fett die Koronaverluste außerordentlich stark beeinflußte[1]), wurden die Kabel außer in fabrikneuem Zustand auch nach sorgfältiger Reinigung mittels Gasoline und anschließendem Abbürsten mit Seifenwasser untersucht, wodurch die Verluste ganz wesentlich niedriger wurden. Eine noch weitere Verminderung der Verluste wurde durch nachträgliche Säuberung mit reinem Wasser erzielt. Vergleichende Kurven zeigen den großen Unterschied der gemessenen Verluste je nach der Behandlung der untersuchten Leitungen.

Als Hauptergebnisse der Versuche führen die Verfasser selbst folgende Feststellungen an:

1. Der außerordentlich große Einfluß anhaftenden Fettes auf die Verluste steht außer Frage.
2. Um übereinstimmende Verlustwerte zu erhalten, muß dieses Fett durch sorgfältige Reinigung vollkommen entfernt werden.
3. Zu diesem Zwecke sind sowohl Abwaschungen mit Gasoline und mit Seifenwasser als auch mit reinem Wasser erforderlich.
4. Regen erhöht die Leitungsverluste gegenüber trokkenem Zustand beträchtlich, doch scheint die Stärke des Regens nur von geringem Einfluß zu sein.
5. Während die Unterschiede in den Koronaverlusten für die verschiedenen Ausführungen verseilter Kabel von 35 mm Dmr. nur gering sind, ist die Größe der für die Außenumspinnung verwendeten Drahtlage und die saubere Ausführung der Verseilung von ausschlaggebendem Einfluß.
6. Glatte, in geeigneter Weise profilierte Segmente von Hohlleitern ergeben geringere Verluste als verseilte Kabel von gleichem Durchmesser.
7. Die Glätte der Segmente von Hohlleitern ist von entscheidendem Einfluß auf die Vermeidung von Verlusten. (J. S. Carroll, B. Cozzens u. Th. M. Blakeslee, Electr. Engng. Bd. 52, S. 854.) *Hf.*

[1]) Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 52, S. 55 (1933); ETZ 1933, S. 589.

Elektromaschinenbau.

Geschweißtes Gehäuse für einen 55 000 kVA-Drehstrom-Generator. — Die Bearbeitung der Gehäuse größerer Turbogeneratoren erfordert große Ge-

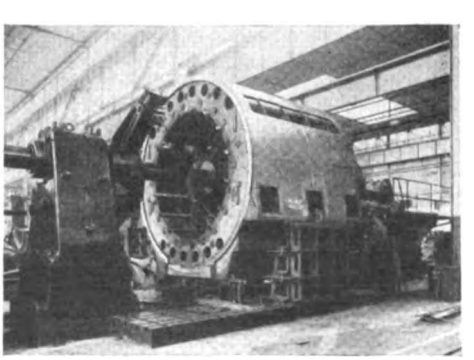


Abb. 2. 55 000 kVA-Drehstrom-Generatorgehäuse.

[1]) Vgl. z. B. ETZ 1935, S. 3.

Digitized by Google

nauigkeit, die durch Gebrauch schwerer Sonderwerkzeugmaschinen zu erreichen ist. Das Gehäuse des in Abb. 2 gezeigten 55 000 kVA-Turbogenerators ist aus einzelnen Platten geschweißt. Die sichtbaren Luftkanäle sorgen für schnelle und ausreichende Zufuhr von kühler Luft zu den Eisenblechen, in denen die Wicklung liegt. Nach fertiger Bearbeitung des Gehäuses werden diese Eisenblechpakete eingesetzt und durch Druckplatten aus Sonderstahl, die an der Stirnseite des Gehäuses angeschraubt werden, zusammengepreßt. Das Gewicht des fertiggewickelten Generatorgehäuses beträgt 87 000 kg. Die Herstellung der Paßflächen und Bohrungen zeigt die beigefügte Aufnahme. *f*

Apparate und Stromrichter.

Die Verwendung eines gasgekühlten Lichtbogens zur Gleichrichtung mit besonderer Berücksichtigung des Marx-Stromrichters. — Der von Marx angegebene Lichtbogen-Stromrichter wird in den verschiedenen Entwicklungstadien geschildert und die Wirkungsweise an Beispielen erläutert. Es bestehen mehrere Möglichkeiten zur periodischen Zündung des Lichtbogens, nämlich auf rein elektrischem, mechanischem oder auch kombiniert mechanisch-elektrischem Wege. Weiterhin werden eingehend die physikalischen Verhältnisse des durch strömendes Gas gekühlten Lichtbogens bei Veränderung der Elektrodenanordnungen und Gasströmungen besprochen. Die Versuchsergebnisse, die zum großen Teil aus den deutschen Veröffentlichungen von Marx und seinen Mitarbeitern bekannt sind, werden ergänzt durch Kurven, die der Verfasser während seiner Arbeitszeit bei Marx in Braunschweig ermittelt hat. Hierbei sind besonders die Änderungen der Verluste bei Einführung der sogenannten Gegenpolanordnungen interessant. Weiterhin werden Angaben über die Messungen bei hohen Sperrspannungen gemacht. Am Schluß werden kurz — wie in der Diskussion bemerkt wurde, zu kurz — die Mehrphasenschaltungen für den Gleich- und Wechselrichterbetrieb besprochen.

An den Vortrag, der vor der Institution of the Electrical Engineers in London und Manchester gehalten wurde, schloß sich eine außerordentlich rege Diskussion an, an der sich u. a. die Herren Prof. Thornton, Prof. MacGregor-Morris, Goodlet, Highfield, Dr. Garrard, Rissik, Gossling, Major Chalmers Black beteiligten. Von allen wurde übereinstimmend die Freude gezeigt, daß die Entwicklung eines an sich alten Gebietes der Elektrotechnik, nämlich des zwischen Metallelektroden brennenden Lichtbogens, die bisher niemals über die Anfänge hinausgekommen sei, jetzt in so einfacher Weise durch die systematischen Arbeiten von Prof. Erwin Marx gelungen sei, und daß bei der Einfachheit des Aufbaues und der Unempfindlichkeit gegen äußere Einflüsse sicher große Anwendungsgebiete in Aussicht stehen. Mit Rücksicht auf die grundlegenden Ausführungen der einzelnen Diskussionsredner sei im folgenden auf ihre Beiträge kurz eingegangen.

Prof. Thornton befaßt sich eingehend mit dem Problem der Lichtbogenzündung und schlägt vor, durch periodische Pulsation des Gasdruckes die Einleitung des Lichtbogens zu erleichtern. Weiterhin erörterte er eingehend ein bisher unbekanntes Anwendungsgebiet. Die unmittelbare Anzapfung von Hochspannungsleitungen für kleine Leistungen soll ermöglicht werden durch Benutzung von Kondensatorenbatterien, die über Lichtbogen-Stromrichter an die Wechselstrom-Hochspannungsleitung angeschlossen werden. Bei Belastung der Kondensatoren soll die Nachladung periodisch durch die Lichtbogen-Stromrichter erfolgen. Die bisher bekannten Ventile lieferten für diesen Zweck nicht genügend Strom. Durch Vorführung eines Versuches wurde die Wirkungsweise näher klargelegt. Prof. MacGregor-Morris geht näher auf die magnetischen Verhältnisse ein und erwähnt Lichtbogenuntersuchungen, über die er vor der British Association schon 1907 im Zusammenhang mit dem Poulsen-Generator berichtete. Die Ergebnisse stimmen gut mit denen bei Lichtbogen-Stromrichtern überein. B. L. Goodlet äußert sein Erstaunen über die Einfachheit der Ventile, die er bei einem Besuch in Braunschweig gesehen hat. Einen Einwand könnte nur die Zahl der Hilfsapparate für Zündung, Druckgasumlauf, Kühlwasser und magnetische Blasung geben. Dies würde aber bei großen Einheiten am wenigsten ins Gewicht fallen. Besonders wichtig für die weitere Entwicklung im Hinblick auf die Gleichspannungs-Kraftübertragung wären Untersuchungen über den Wechselrichter, bei dem er die sogenannte harmonische Kommutierung für zweckmäßig hält. W. E. Highfield hält den Lichtbogen-Stromrichter durchaus für eine Konkurrenz der bekannten Glasventile bzw. Eisengleichrichter; wenn auch der Spannungsabfall gegenüber diesen immer hoch sein wird, so besteht doch der große Vorteil, daß keine Isolationsschwierigkeiten bei Hochspannung bestehen. Zu demselben Ergebnis kommt B. S. Gossling, der sich sehr ausführlich mit einem Vergleich der physikalischen Eigenschaften befaßt. Die elektrostatischen Verhältnisse, insbesondere die verschiedenen Raumladungsmöglichkeiten wären bei Gasentladungstrecken unter Atmosphärendruck oder höherem Druck leichter zu beherrschen als bei Ventilen, die im Vakuum oder Unterdruck arbeiten, und die heute erreichte Sicherheit bei diesen Ventilen wäre nur durch die jahrzehntelange Entwicklungsarbeit und große Sicherheitsfaktoren möglich gewesen. H. Rissik stellt, wie auch andere Diskussionsredner, Fragen über Entionisierungsvorgänge, auf die Thompson in der Erwiderung eingeht. Nicht nur die Wiedervereinigung, sondern besonders die gleichmäßig geführten Gasströme hoher Geschwindigkeit, die den Lichtbogen nicht zerreißt, trägt zur schnellen Entionisierung der Lichtbogenstrecke bei. Major Chalmers Black erörtert eingehend die Benutzung der Stromrichter im Zusammenhang mit Kommutatoren bei Hochspannungs-Gleichstrommaschinen.

Verschiedene Redner weisen auf Anwendungsmöglichkeiten bei elektrischen Lokomotiven, insbesondere wegen der einfachen Regelmöglichkeit, der billigeren Wechselstrombauart und der Rückarbeitungsmöglichkeit hin. Prof. Marx selbst hat schriftlich die Fortschritte mitgeteilt, die sich nach Abschluß der Arbeiten von Thompson ergeben haben, und weist darauf hin, daß die jetzt verwandte periodische Zündung durch Hilfslichtbogen das Arbeiten der Stromrichter wesentlich vereinfacht hat. (W. G. Thompson, J. Instn. electr. Engr. Bd. 75, S. 603.) *H. Bw.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 366[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird dem System $\overline{120}$ folgende Elektrizitätszählerform als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System $\overline{120}$, die Form W 9, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft** in Nürnberg.

Berlin-Charlottenburg, den 7. November 1934.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark."

Beschreibung[2]).

Die durch die Bekanntmachung Nr. 281[3]) vom 22. IV. 1930 zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Form W 9 des Systems $\overline{120}$ werden auch in geänderter Ausführung hergestellt und können in dieser Ausführung für die gleichen Meßbereiche wie die bisher zugelassene Ausführungsform beglaubigt werden. Die Änderungen beziehen sich lediglich auf den mechanischen Aufbau der Zähler.

Bahnen und Fahrzeuge.

Beeinflussung von Blockanlagen durch Starkstromanlagen. — Als beeinflussende Starkstromanlagen kommen alle die in Betracht, bei denen der Strom ganz oder zum Teil über Erde zurückfließt. Dazu gehören die Fahrleitungen von Wechselstrombahnen schon im Regelbetrieb — hier müssen die Blockleitungen unbedingt als erdfreie Doppelleitungen betrieben werden — ferner sternpunktgeerdete Drehstromleitungen und Übertragungsleitungen für Wechselstrom im Falle eines Phasenerdschlusses und sternpunktisolierte Leitungen im Falle des Doppelerdschlusses. Die induzierte Spannung in der Blockleitung ist aus Gegeninduktivität und Kurzschlußstrom

[1]) Reichsministerialblatt 1934, S. 701.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 366. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[3]) ETZ 1930, S. 978.

Digitized by Google

über Erde zu berechnen. Da dieser Strom, besonders in verzweigten Netzen, nur umständlich zu ermitteln ist, schlägt Verf. für die praktischen Berechnungen ein zusammen mit Prof. Rachel entwickeltes Verfahren vor, wonach der Strom I_0 aus der Spannung U und der Abschaltleistung N_k der Schalter zu berechnen ist: $I_0 = K N_k/U$. Dabei ist K ein Faktor zur Berücksichtigung der Netzgestaltung und der Lage des Kurzschlusses. Das Verfahren setzt offenbar voraus, daß bei der Planung des Netzes die Kurzschlußströme genau berechnet und die Schalter entsprechend ausgewählt sind, ist aber in der Anwendung sehr einfach.

Die Fremdstrombeeinflussung kann nur das geblockte, nicht das entblockte Feld verwandeln, kann also eine gesperrte Strecke freigeben und dadurch den Betrieb gefährden. Um festzustellen, unter welchen Umständen ein geblocktes Feld sich verwandeln kann, wurden zusammen mit dem Zentrallaboratorium von Siemens & Halske Messungen bei verschiedenen Frequenzen angestellt. Diese ergaben für die überschlägliche Beurteilung der Fremdstrombeeinflussung als Durchschnittsmittelwerte für die vollständige Entblockung eines geblockten Wechselstromfeldes 7 V-Klemmenspannung an der Magnetwicklung des Blockfeldes bei 16⅔ Hz, 50 V bei 50 Hz. Einzelne Gleichstromstöße gleicher Richtung können ein Zurückprellen des Ankers bei der höchstmöglichen Stromstärke und bei Blockfeldern aller Bauarten nicht herbeiführen. Da Sicherungen eine unangenehme Störungsquelle darstellen, herrscht heute die Ansicht vor, ihre Verwendung bei Blockleitungen nach Möglichkeit zu beschränken.

Auf elektrisch betriebenen Strecken der Reichsbahn ist die Verwendung der Sechsdrahtschaltung (erdfrei) vorgeschrieben, so daß sich eine nähere Untersuchung erübrigt. Im Einflußbereich von Drehstromleitungen mit isoliertem Sternpunkt — Erdung des Sternpunktes ist in Deutschland nicht üblich — berücksichtigt man, da Doppelerdschlüsse selten sind, die Berührungsgefahr trotz der Höhe der induzierten Spannung nicht. Zur Beurteilung, ob eine Betriebsgefährdung durch unzeitige Verwandlung eines Blockfeldes zu erwarten ist, geben die Drehstromleitsätze eine Formel, in der die Abhängigkeit der Gegeninduktivität vom Abstand näherungsweise berücksichtigt ist. Da sich hierbei in der Regel zu hohe induzierte Spannungen ergeben, wird eine Zahlentafel angegeben, aus der für verschiedene Abstände und Längen der Näherung die Kurzschlußstromstärke abgelesen werden kann, bei der eine Verwandlung des Blockfeldes zu erwarten ist.

Bei schrägen Näherungen lassen sich diese Formel und Tafel nur verwenden, wenn ein mittlerer Abstand eingeführt wird. Da die Ergebnisse hierdurch u. U. recht ungenau werden, wird ein von Klewe angegebenes Rechenverfahren vorgeschlagen, das auch benutzt werden kann, um die Induktionswirkung einer die Blockleitung schräg überkreuzenden Drehstromleitung zu berechnen. Es beruht auf einer numerischen Integration der Gegeninduktivitätskurve.

Bei Blockanlagen ist im Ruhezustand die Blockleitung an beiden Enden über je ein Feld geerdet, von denen das eine geblockt, das andere entblockt ist. Die Betätigung erfolgt immer von dem entblockten Feld aus, indem ein Induktor eingeschaltet wird, dessen Wechselstrom beide Felder verwandelt. Um Blockanlagen dieser einfachen Schaltung ohne Übergang zur Doppelleitung wirkungsvoll gegen die Einwirkung induzierter Fremdspannungen zu schützen, baut man nach Vorschlag des Verf. in die Blockleitung Kontakte ein, die in der Ruhelage beim entblockten Feld offen, beim geblockten Feld geschlossen sind. Erst beim Einschalten des Induktors, also wenn das Feld verwandelt werden soll, wird der Kontakt am entblockten Feld geschlossen. Wenn in diesem Augenblick ein Doppelerdschluß auftritt, würde er nur die Wirkung des Induktors unterstützen. Die Schutzkontakte werden durch die Riegelstangen der Blockfelder selbst gesteuert. Die üblichen Feinspannungsicherungen sind in solchen „Schaltungen mit offenem Stromkreis" unzulässig. Die Reichsbahn hat angeordnet, daß eine demgemäß entwickelte Vierdrahtschaltung, die der Sechsdrahtschaltung gleichwertig ist, bei Neubauten mit reinem Dampfbetrieb ausschließlich zu verwenden ist, und daß vorhandene Blockanlagen, bei denen Beeinflussung festgestellt oder zu erwarten ist, entsprechend umzubauen sind. (M. Schulze, Stellwerk Bd. 26, S. 85.) *Kl/Spi.*

Bergbau und Hütte.

Der elektrische Antrieb im kontinuierlichen Rohrwalzwerk. — Die Globe Steel Tubes Co. in Milwaukee hat ein neues kontinuierliches Rohrwalzwerk gebaut, das nach den Plänen des Schweden Foren arbeitet und das sich besonders durch seinen vielseitigen elektrischen Antrieb und durch mehrere elektrische Steuervorrichtungen auszeichnet. Hervorzuheben ist vor allem, daß alle 26 Gerüste des Walzwerkes mit elektrischem Einzelantrieb ausgestattet sind. Die Anordnung dieses neuzeitlichen Walzwerkes und seine Arbeitsweise gestalten sich folgendermaßen: Die zu Rohren auszuwalzenden Knüppel kommen vom Lager in einen ölgeheizten Durchlaufofen, treten an der der Einführungseite entgegengesetzten Seite aus dem Ofen wieder heraus und werden einem Schrägwalzwerk zugeführt, dessen Walzenachsen beliebig eingestellt werden können. Diese Einheit wird direkt durch einen elektrischen, mit Geschwindigkeitsverminderer versehenen Motor angetrieben. Das Ergebnis dieser Arbeit ist eine Hülse, in die ein Dorn eingestoßen wird. Die ersten fünf Gerüste des eigentlichen Rohrwalzwerkes haben die Aufgabe, die Hülse dicht auf den Dorn, der während der ganzen Walzarbeit im auszuwalzenden Knüppel verbleibt, zu pressen. Der Dorn selbst wird dabei soweit in die Hülse eingestoßen, daß er zu etwa ⅓ seiner Länge über die Hülse hinausragt, und zwar deshalb, weil die Hülse beim Walzen sich ausdehnt. Das Auswalzen zum Rohre erfolgt nunmehr auf den folgenden 17 Gerüsten in der Weise, daß die verschiedenen zu durchlaufenden Kaliber der einzelnen Gerüste entweder nach den Seiten oder nach oben und unten geöffnet oder daß die Walzen in verschiedenen Winkeln eingestellt sind mit dem Ziel, daß alle Teile der Hülse überall erfaßt und verformt werden. All diese Gerüsteinheiten stehen sehr nahe beieinander. Die fertige Rundung erhält das Rohr nach seinem Austritt aus dem 17. Gerüst auf den folgenden 4 Gerüsten, wo auch das Abziehen des Rohres vom Dorn vonstatten geht, welche Arbeit von zwei Abstreifwalzen vorgenommen wird. Für die weitere Steuerung des Rohres sind „elektrische Augen" vorgesehen. Wenn nämlich das Rohr vom Dorn abgestreift worden ist, gelangt der Dorn auf einen Rollgang, dann in einen Wasserbehälter zum Kühlen, weiter zurück zur Aufgabeseite des Rohrwalzwerkes, wo er wieder verwendet werden kann. Das Rohr läuft über ein Kühlbett in zwei Reduzierwalzen bekannter Bauart.

Die gesamte elektrische Kraft für den Antrieb der Walzen und Hilfsanlagen auf dem genannten Werk wird von auswärts bezogen. Die Walzgeschwindigkeiten aller Gerüste sind genau berechnet und werden dementsprechend eingestellt. An jedem Motor ist zu jeder Zeit die Stromstärke und die Drehgeschwindigkeit feststellbar. Die Geschwindigkeit wird vermittels zweier Regelwiderstände eingestellt. Wichtig ist das Einhalten der vorgeschriebenen Geschwindigkeiten mit einer Genauigkeit von 0,20 bis 0,30 %; bei einem Motor mit z. B. 1000 U/min darf die Drehzahl nur um 2 bis 3 Umdrehungen schwanken. Mit diesem Walzwerk können Rohre von 30 m Länge bei einem Durchmesser von 25 bis 100 mm erzeugt werden; seine Leistungsfähigkeit beträgt 6 Rohre von 10 m Länge je Minute. (Iron Age Bd. 133, H. 11, S. 24.) *Kp.*

Fernmeldetechnik.

Nachhallmessungen mit einem selbsttätig anzeigenden Gerät. — M. J. O. Strutt untersuchte die Grenzen der Gültigkeit der Nachhallsätze von Sabine mit Hilfe eines Meßgerätes, an dem die Nachhalldauer unmittelbar abgelesen werden kann[1]). Es wird der experimentelle Nachweis geliefert, daß die Sabineschen Sätze nur für Räume erfüllt sind, deren Volumen mindestens 200 m³ beträgt und auch dann nur, wenn alle Begrenzungsflächen nahezu die gleiche Absorptionsfähigkeit haben. Ist das letztere nicht der Fall, so verschiebt sich die Gültigkeitsgrenze nach höheren Volumenwerten hin. Auch größere Säle zeigen unter gewissen Umständen ein nicht mit den Sabineschen Sätzen in Einklang stehendes Verhalten. Dies ist vor allem dann zu beobachten, wenn der Saal mit Räumen in Verbindung steht, die für sich allein eine wesentlich andere Nachhalldauer besitzen, als dieser für sich allein hat (z. B. Musiksaal mit offenen Türen nach den Korridoren). Es wird für einige Fälle die Abhängigkeit der Nachhalldauer von der Frequenz bestimmt. Die Frage, ob durch diese Frequenzabhängigkeit eine störende Verzerrung von Sprache und Musik entsteht, wird verneint. (M. J. O. Strutt, Rev. d'Acoustique Bd. 2, S. 1.) *Gff.*

Rundfunkstörungen durch Überschläge an Hochspannungsisolatoren. — Untersuchungen von J. L. Langton und E. Bradshaw auf diesem Gebiete erstreckten sich auf das Zustandekommen der Stö-

[1]) Vgl. Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 7, S. 280 (1930).

Digitized by Google

rungen, auf die atmosphärischen Verhältnisse und auf die Beschaffenheit bzw. Verunreinigungen der Isolatoroberflächen. Einige Messungen, z. B. bei Feuchtigkeit, wurden in einem Glaskasten vorgenommen. Die im Laboratorium erzielten Ergebnisse überprüfte man im Freien durch Feldstärkemessungen bei Betriebsanlagen. Dabei stellte sich heraus, daß die verschiedenen Formen der Isolatoren recht unterschiedlichen Einfluß auf die Überschläge und damit auf die Größe der Rundfunkstörungen haben. Der gewöhnliche Kappenhängeisolator erwies sich meistens frei von Störerscheinungen. Bei anderen Isolatorarten wiederum wurden Mittel und Wege gefunden, die Störungen wesentlich herabzumindern. Die zu messenden Isolatoren wurden bei den Laboratoriumsversuchen in den Sekundärkreis eines Hochspannungstransformators eingeschaltet. Die im Sekundärkreis über den Isolator hinweggehenden Überschlagwechselströme wurden mit Hilfe eines zweiten Lufttransformators einem Thermovoltmeter zugeführt. Die Ausschläge des Instrumentes bildeten den Vergleichsmaßstab für das Verhalten der verschiedenen Isolatoren bei gleichen Bedingungen. Regen und hohe Feuchtigkeit erhöhen bei einigen Bauarten die Überschläge bzw. Störungen, bei anderen werden sie gemindert — Die vergleichenden Feldstärkemessungen wurden mit einem Rundfunkempfänger im Bereich von 300 bis 500 und 1000 bis 1800 m durchgeführt. Der Ausgang des Empfängers stand über einen Niederfrequenztransformator in Verbindung mit einem Voltmeter.

Die in dem Aufsatz niedergelegten Erfahrungen sollten in Zukunft für den Bau von Hochspannungsfreileitungen zur Störbefreiung des Rundfunks wegweisend sein. (J. L. Langton u. E. Bradshaw, J. Inst. electr. Engr. Bd. 75, S. 643.) *Fl.*

Die gegenseitige Beeinflussung elektrischer Wellen bei der Ausbreitung. — In den beiden letzten Jahren sind Vorgänge bekannt geworden, die dazu angetan sind, unsere Anschauungen, daß sich die elektrischen Wellen bei der Ausbreitung im Raum gegenseitig nicht beeinflussen, zu berichtigen; es ist nämlich im Bereich der Rundfunkwellen eine gegenseitige Beeinflussung unter gewissen Bedingungen vorhanden. Die neue Erscheinung ist zuerst bei der Welle des Groß-Rundfunksenders Luxemburg beobachtet worden und wird daher im Schrifttum als Luxemburgeffekt bezeichnet. G. H. Butt in Plymouth hat zuerst in der Zeitschrift World Radio auf sie hingewiesen; er hatte beim Abhören des Empfanges von Paris im Hintergrund den Sender Luxemburg schwach mitgehört. Da sich die Mitteilungen über ähnliche Beobachtungen in den technischen Funkzeitschriften mehrten, hat sich die Wissenschaft der Frage angenommen. Prof. Dr. van der Pol von der Philips-Gesellschaft in Eindhoven hat durch Beobachtungen an den Sendern Budapest, München, Lyon, Sottens, Mühlacker, Straßburg, Mailand und Luxemburg und durch besondere Versuche mit den Sendern Beromünster und Luxemburg das Vorhandensein der gegenseitigen Beeinflussung bestätigt. Sie ist später auch mit anderen Sendern, z. B. Droitwich und Athlone, beobachtet worden. Der Vorgang ist folgender: Wenn der Empfänger auf eine Welle im mittleren Rundfunk-Wellenbereich (550 bis 1500 kHz) abgestimmt wurde, so ist unter bestimmten Bedingungen die Modulation eines anderen, in der Frequenz sehr verschiedenen Senders — bei den Versuchen war es Luxemburg — als leiser Untergrund mitzuhören. Die Erscheinung verschwindet sofort, wenn der im Empfänger eingestellte Sender abgeschaltet oder wenn der Empfänger etwas verstimmt wird.

Die Bedingungen für das Zustandekommen und die Beobachtung der Erscheinung nach unseren heutigen Kenntnissen sind:

1. Es muß Nacht sein,
2. es müssen Sender großer Leistung sein,
3. der gewünschte Sender, der nicht gewünschte Sender — auch als Störsender zu bezeichnen — und der Empfangsort müssen in dieser Reihenfolge zueinander liegen,
4. der größte Kreis, der den gewünschten Sender mit dem Empfangsort verbindet, darf von dem nicht gewünschten Sender nicht in einer größeren Entfernung als 250 bis 300 km vorbeigehen,
5. der Empfänger darf nicht im Bereich der Bodenstrahlung des gewünschten Senders liegen.

Bei den Versuchen ist selbstverständlich geprüft worden, daß die Vorgänge nicht durch Oberwellen der Sender, ungenügende Trennschärfe der Empfänger oder durch Modulation in der ersten Empfängerstufe (Kreuzmodulation) hervorgerufen werden. Die gegenseitige Beeinflussung der von den beiden Sendern ausgestrahlten Wellen kann also nur während der Ausbreitung stattfinden. Wir haben es mit einer Modulation durch den Störsender zu tun, die der Frequenz des gewünschten Senders während des gemeinsamen Ausbreitungsweges aufgedrückt wird. In welcher Weise diese zustande kommt und inwieweit die hypothetische Kennelly-Heaviside-Schicht dabei beteiligt ist, muß weiterer Forschung vorbehalten bleiben. Beim Reichspost-Zentralamt werden z. Z. Versuche mit den deutschen Rundfunksendern durchgeführt, bei denen ebenfalls eine gegenseitige Beeinflussung von Rundfunkwellen festgestellt worden ist. Zur Beruhigung der Rundfunkhörer kann gesagt werden, daß der aufgedrückte Modulationsgrad gering ist, so daß Störungen des Empfanges nicht zu befürchten sind. Wie weit dies bei einer weiteren Verstärkung der Sender zutrifft, ist eine Frage, über die heute noch nichts gesagt werden kann. Man wird bei derartigen Plänen an den besprochenen Beeinflussungsvorgängen nicht vorbeigehen können. *Blr.*

Verschiedenes.

Die Fachgruppe der Technischen Sachverständigen. — Durch eine Anordnung vom 18. XII. 1934 ist mit dem Präsidenten der technischen Verbände, Generalinspekteur Dr. Todt, und dem Führer der Rechtsfront, Reichsminister Dr. Frank, die Fachgruppe Technische Sachverständige innerhalb der Reichsfachschaft für das Sachverständigenwesen in der Deutschen Rechtsfront gebildet. Zum Leiter wurde der Ber. Ingenieur Pg. M. Grevemeyer ernannt. Mit dieser Anordnung ist die Stellung der technischen Sachverständigen zur Reichsfachschaft des Sachverständigenwesens geklärt.

Der Techniker jeder Fachrichtung, ohne Rücksicht auf seine Betätigung im einzelnen oder seine wirtschaftliche Stellung, gehört in erster Linie dem Zusammenschluß der Technik an. In zweiter Linie verpflichtet ihn seine wirtschaftliche Stellung und Betätigung, sich den entsprechenden Arbeitsgemeinschaften anzuschließen, die für diese Stellung geschaffen sind. Somit findet der „Technische Sachverständige" des NSBDT und der RTA in der Reichsfachschaft für das Sachverständigenwesen als besondere Fachgruppe seine Vertretung als Rechtswahrer und seine Schulung und Aufsicht nach der rechtlichen Seite.

In Durchführung dieser Regelung werden alle Techniker und Ingenieure, die sich überwiegend als Sachverständige betätigen, gleichgültig, ob sie auf Grund von gesetzlichen Vorschriften beeidigt bzw. öffentlich bestellt sind oder nicht, in der Fachgruppe „Technische Sachverständige" des NSBDT und der RTA gesammelt. Da die Zusammenfassung auf Grund der Mitgliedschaft der Techniker und Ingenieure beim NSBDT oder bei einem Fachverein der RTA ohne weiteres möglich ist, so bedeutet diese Regelung weder den Erwerb dieser neuen Mitgliedschaft seitens der Technischen Sachverständigen, noch die Zahlung besonderer Beiträge. Somit werden auch umgekehrt ohne weiteres die Mitglieder der Reichsfachschaft für das Sachverständigenwesen, soweit sie Technische Sachverständige sind, der Fachgruppe „Technische Sachverständige" im NSBDT und in der RTA zugeführt.

Hier ist der praktische Beweis erbracht, daß bei doppelter Zugehörigkeit zu zwei verschiedenen Gliederungen im neuen Reich keine doppelten Beiträge erhoben zu werden brauchen.

Zur Unterstützung der Schulung und Aufrechterhaltung der engen Verbindung der Sachverständigen mit der Entwicklung des neuen deutschen Rechts dient das Organ der Reichsfachschaft „Der Sachverständige". Der Bezugspreis von monatlich 0,50 RM ist so niedrig gehalten, daß es jedem Sachverständigen möglich ist, die Zeitung zu beziehen. *of*

Versuche über den elektrischen Tod. — Es ist bekannt, daß Stromstärken von etwa $^1/_{10}$ A aufwärts zum Tode führen können[1]). Über die Zeit, die erforderlich ist, um bei dieser Stromstärke den Tod herbeizuführen, liegen einige Veröffentlichungen (z. B. von Batelli) vor, jedoch noch keine systematischen Untersuchungen. A. G. Conrad und W. H. Haggard führten solche Versuche an Ratten durch, um die geringste zum Tode führende Stromstärke bei verschiedener Zeitdauer der Strom-

[1]) Alvensleben, ETZ 1933, S. 741; Koeppen, ETZ 1934 S. 835.

Digitized by Google

einwirkung und bei verschiedenen Frequenzen zu bestimmen. Das Ergebnis der Versuche ist in Abb. 3 dargestellt. Man erkennt, daß höhere Stromstärken schon bei kürzerer Einwirkungsdauer zum Tode führen und daß höhere Frequenzen eine längere Zeitdauer oder eine höhere Stromstärke erfordern. Von einer bestimmten Frequenz an kann die zum Töten erforderliche Stromstärke so groß sein, daß vorher Tod durch Überhitzung eintritt (in der Abbildung als Schraffur angedeutet). Die Kurven sind in die Abbildung in logarithmischer Skala eingetragen; man erkennt, daß es sich bei gegebener Frequenz um eine gebrochene Gerade handelt, also im kartesischen Koordinatensystem um einen Kurvenzug aus zwei Kurven mit hyperbolischem Charakter. Greifen wir eine Frequenz von etwa 60 Hz heraus, so töten 6 A in $^1/_{10}$ s, dagegen $^1/_{60}$ A erst in 10 s, also in 100mal längerer Zeit. Der Knick im Kurvenzug erklärt sich zwanglos daraus, daß es sich auf dem einen Kurventeil um Atemtod, auf dem anderen um Herztod handelt. — Die beiden Forscher haben übrigens nebenher die bekannte Tatsache bestätigt gefunden, daß eine Lebensgefährdung nur dann vorhanden ist, wenn das Herz im Stromwege liegt, daß der Tod also unwahrscheinlich ist, wenn z. B. der Strom von einem Hinterbein zum anderen verläuft, eine Tatsache, die sogar von anerkannten Medizinern zum Teil noch geleugnet wird.

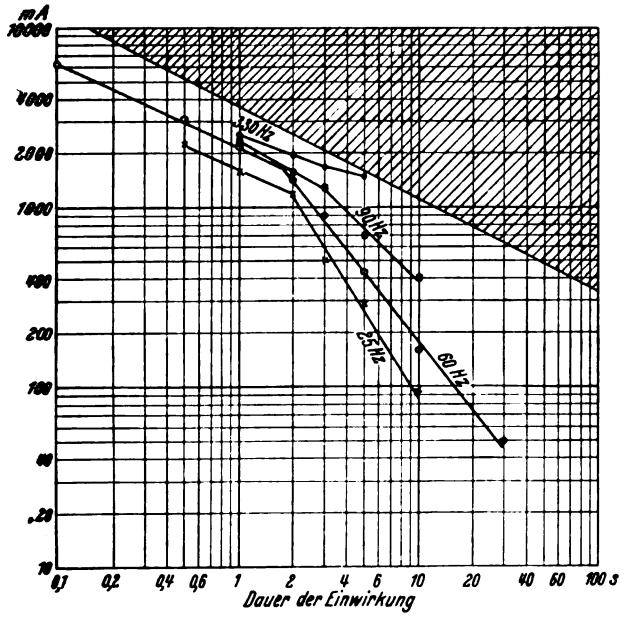


Abb. 3. Kleinste zum Tode führende Ströme bei verschiedener Einwirkungsdauer und verschiedenen Frequenzen.

Die Zahlenangaben der beiden Forscher gelten natürlich nicht ohne weiteres für Menschen, da das Herz der Ratten sich anders verhält als das der Menschen. Im Gegensatz zu den meisten Säugetieren neigt nämlich das Herz der Nagetiere dazu, nach Herzkammerflimmern spontan zu normalem Schlag zurückzukehren. Trotzdem sind die Versuche auch im Hinblick auf den elektrischen Tod des Menschen sehr wertvoll, da eine ähnliche Abhängigkeit zwischen Stromstärke und Zeitdauer zu vermuten ist. (A. G. Conrad und H. W. Haggard, Electr. Engng. Bd. 53, S. 399.) Alvensleben.

Kurse über Metallkunde und Metallbehandlung. — Am Forschungsinstitut Schwäb. Gmünd finden im Laufe der nächsten Monate folgende Sonderkurse statt: 1. bis 6. IV. Metallfärben; 8. bis 13. IV.: Oberflächenbehandlung von Aluminium und Leichtmetall-Legierungen; 6. bis 11. V.: Rostschützende Überzüge; 11. bis 13. VI.: Einzelfragen der Galvanotechnik, Erkennung von Fehlern und ihre Behebung (nur für Fortgeschrittene); 1. bis 3. VII.: Schmelzen und Verarbeiten von Edelmetallegierungen mit bes. Berücksichtigung der dabei auftretenden Fehler; 8. bis 13. VII.: Untersuchung und Richtigstellung von Bädern. — Ausführliche Programme durch das Sekretariat des Forschungsinstituts an der Staatl. Höh. Fachschule Schwäb. Gmünd.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Die Messe für Westdeutschland in Köln. — Am 17. III. wird die allgemeine Frühjahrsmesse in Köln eröffnet, die 3 bzw. 7 Tage dauern soll. Sie wird gegenüber früheren Jahren durch ihre Gliederung und durch eine gute Beteiligung eine Erweiterung bringen, die eine erfreuliche Festigung der Kölner Messe erkennen läßt. Im Vordergrund der Kölner Messe stehen unter Anpassung an die Bedürfnisse der westdeutschen Industriegebiete die allgemeinen Verbrauchsgüter: „Haus- und Küchengeräte", „Möbel" und „Textilien". Die mit der Messe verbundenen technischen Fachveranstaltungen behandeln in diesem Jahr die Themen: „Der Kleinmotor" und „Schweißtechnik".

Plan einer Licht-Ausstellung in Turin. — Es besteht die Absicht, um der Beleuchtung der Geschäfte und der Ausgestaltung der Reklamebeleuchtungen und Dekorationen neue Antriebe zu geben, in Turin regelmäßig jährlich oder alle zwei Jahre eine große Lichtausstellung zu veranstalten. Die Ausstellung wird experimentellen und praktischen Zwecken dienen und soll auch neue Wege für die öffentliche Beleuchtung der Straßen und Plätze weisen. Eine Abteilung wird der Beleuchtung von Innenräumen, Schulen, Kaffeehäusern, Lichtspielbühnen und Theatern gewidmet sein. Besonderes Gewicht wird auf die Vorführung der hygienischen Beleuchtung gelegt werden, die den Augen Schutz vor Ermüdung und Überanstrengung bieten soll.

Energiewirtschaft.

Einige Beiträge zur praktischen Gestaltung der Berechnung der Kosten von Energieumwandlungen. — Der Begriff des Wirkungsgrades, der einen Energiefluß in der Richtung von der Zufuhr- nach der Abgabeseite eines Wandlers betrachtet, ist nicht eigentlich für wirtschaftliche Rechnungen geeignet. Der ihnen eigene Kostenbegriff entspringt der umgekehrten Betrachtung, indem er alles auf die Abgabe als das Primäre bezieht. Also wird hier ein entsprechender Begriff, die „Verbrauchszahl", definiert als die von der Leistungseinheit des Wandlers bei verschiedenen Belastungszuständen aufgenommene Leistung. Ist η der Wirkungsgrad, β der Belastungszustand, d. h. das Verhältnis zwischen tatsächlicher Leistung und höchster Dauerleistung, so ist die Verbrauchszahl $V = \beta/\eta$. Ihr charakteristischer Verlauf in Abhängigkeit vom Belastungszustand ist in Abb. 4 wiedergegeben. Sie ist der analytischen und graphischen Erfassung leichter zugänglich als der Wirkungsgrad und bietet die Möglichkeit einfacher exakter Behandlung von Reihen- und Parallelschaltungen verschiedener Wandler, zumal sie häufig durch eine Gerade praktisch dargestellt werden kann.

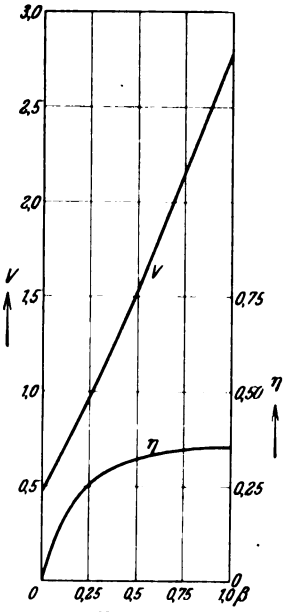


Abb. 4. Verbrauchszahl und Wirkungsgrad als Funktion des Belastungszustandes.

Besonders geeignet ist sie auch zur Klarstellung des Verhaltens in längeren Zeitabschnitten mit wechselnder Belastung, wobei es vorteilhaft ist, daß der Leerlaufverbrauch genau angegeben wird. Hierfür bildet die Erweiterung des bislang nur für Kupferverluste angewandten „Arbeitsverlustfaktors", dessen Werte für verschiedene Formen der Verbrauchslinie und Belastungskurve ermittelt werden, eine wesentliche Vereinfachung. Daraus ergibt sich der „mittlere Verbrauch" an Stelle des „mittleren Wirkungsgrades" als eine in ihrer mathematischen Darstellung die Einflüsse klarer erfassende Vergleichsgröße.

Der mit dem Verbrauchsbegriff errechnete Energieverbrauch kann ohne weiteres direkt — multipliziert mit den Kosten einer verbrauchten Einheit — in die Kostengleichungen eingeführt werden. Ihre Grundformen

Digitized by Google

ergeben sich aus dem energetischen Verhalten der Wandler — ihre Anwendungsgebiete werden gegeneinander abgegrenzt, wobei bemerkenswert ist, daß sich auf Grund genauer Untersuchungen zeigen läßt, daß für die öffentlichen Elektrizitätswerke durch den Zusammenhang zwischen Ausnutzungs- und Betriebszeitfaktor die zweigliedrige Gleichung meist genügt. (G. Schnaus, Doktordissert. T. H. Darmstadt 1934.) *Sb.*

AUS LETZTER ZEIT.

Zweites Gesetz zur Änderung des Kraftfahrzeugsteuergesetzes[1]. — Dieses Gesetz vom 28. II. 1935, das am 1. IV. d. J. in Kraft tritt, bringt u. a. steuerliche Ermäßigungen für diejenigen Kraftfahrzeuge, die andere als flüssige Treibstoffe verwenden, also Holz- und Speichergas, Dampf oder Elektrizität. Die Steuer für diese Kraftfahrzeuge ist auf die Hälfte der Sätze ermäßigt, die für Kraftfahrzeuge mit flüssigen Treibstoffen gelten.

Deutsche Wirtschaftswerbung auf ausländischen Messen. — Im engsten Einvernehmen mit dem Reichswirtschaftsministerium und dem Werberat der deutschen Wirtschaft wird der Ausstellungs- und Messeausschuß der Deutschen Wirtschaft auch in diesem Jahre wieder auf ausländischen Messen Auskunftstellen errichten. Zunächst sind solche an folgenden Plätzen eingerichtet bzw. vorbereitet: Utrecht, Frühjahrsmesse 12. bis 21. III; Mailand, 12. bis 27. IV.; Posen, Internationale Messe 28. IV. bis 5. V. Interessenten erhalten näheren Aufschluß durch die Geschäftstelle des Ausstellungs- und Messeausschusses der Deutschen Wirtschaft, Berlin W 35, Tirpitzufer 56.

Tagung des internationalen Rundfunk-Entstörungsausschusses in Berlin. — Vor kurzem tagte in Berlin der Rundfunk-Entstörungsausschuß der Internationalen Elektrotechnischen Kommission, der die Aufgabe hat, zur Feststellung der Stärke von Rundfunkstörungen ein einheitliches, international anerkanntes Meßverfahren zu schaffen. Die umfangreichen vorbereitenden technischen Arbeiten und die erforderlichen Versuche und Messungen während der Tagung sind auf deutscher Seite vom Reichspostzentralamt und von der Siemens u. Halske AG., die das deutsche Meßgerät entwickelt hatte, durchgeführt worden. Auf der Tagung wurde entschieden, daß das von Deutschland geschaffene Meßverfahren weiterentwickelt werden soll. Die Tagung wird in allernächster Zeit fortgesetzt werden.

[1]) Reichsgesetzblatt I, S. 313.

Der größte Mehrstellen-Schweißumformer. — Die größten bisher gebauten Mehrstellen-Schweißumformer sind von den Siemens-Schuckertwerken kürzlich für eine große Werft fertiggestellt worden. Die beiden Umformer leisten je 3000 A und speisen zusammen 80 Schweißstellen. Der Antrieb erfolgt durch Hochspannungsmotoren für 6000 V.

Rundfunkhörer in Großbritannien. — In Großbritannien, das zu den europäischen Ländern mit der größten Rundfunkteilnehmerdichte gehört, ist die Neuanschlußbewegung weiterhin lebhaft. Im Januar 1935 erhöhte sich die Teilnehmerzahl um 108 160. Die Gesamtzahl der Rundfunkempfangsanlagen stieg damit Ende Januar auf rd. 6 888 700 gegen 6 124 500 ein Jahr vorher.

Die Pennsylvania-Bahn bestellt 57 elektrische Lokomotiven. — Für den Betrieb auf der Strecke New York—Philadelphia — Baltimore — Washington bestellte die obige Bahn bei verschiedenen Firmen 57 Lokomotiven in Stromlinienform. Die neuen Maschinen sind rd. 24 m lang und werden etwa 210 t wiegen. Die durch Oberleitung zugeführte Spannung beträgt 11 kV bei 25 Hz. Die Maschinen haben eine höchste Anfahrzugkraft von 33 000 kg. Mit den normalen Zügen sollen sie eine Geschwindigkeit von 145 km/h erreichen.

Mißerfolg bei der Einfuhr japanischer Radioapparate nach Bulgarien. — Der erste Versuch der japanischen Industrie mit der Einfuhr von Radioapparaten nach Bulgarien kann als mißglückt angesehen werden. Eine Probesendung von 50 Stück wurde auf dem Kompensationswege eingeführt. Diese Geräte haben indessen in Bulgarien trotz ihres außerordentlich niedrigen Preises keine Abnehmer gefunden, da sie in bezug auf Güte den anderen ausländischen Geräten weit unterlegen waren.

Elektrisierung der Kairo—Heluan-Bahn. — Wie bekannt wird, ist die Durchführung des Projektes der Elektrisierung der Vorortbahn Kairo—Heluan endgültig beschlossen worden. Die Vorarbeiten sollen sofort in Angriff genommen werden. Es ist beabsichtigt, die Arbeiten bereits in zwei Jahren zu beenden.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am Donnerstag, dem 21. III. 1935, 8 h abends, in der Techn. Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Lebrecht über das Thema:

„Stromrichterbelastung der Hochspannungsnetze".

Inhaltsangabe:

1. Oberwellen im Stromrichter-Primärstrom.
2. Belastung der Generatoren mit verzerrten Strömen.
3. Rückwirkung der Stromrichterbelastung auf die Spannungskurve der Hochspannungsnetze:
   a) Einfluß der Induktivitäten, Kapazitäten, Widerstände,
   b) Stromresonanzkreise, Spannungsresonanzkreise,
   c) Meßergebnisse.

Die Vorführungen von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Schultheiß" (früher „Spaten") am Knie.

Ordentliche Mitgliederversammlung, zugleich Jahresversammlung des Elektrotechnischen Vereins

am 29. I. 1935 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Professor Matthias.

Vorsitzender: In Vertretung des leider ganz dringend verhinderten Vorsitzenden eröffne ich die ordentliche Mitgliederversammlung und heiße Sie herzlich willkommen. Der Bericht über die letzte ordentliche Versammlung am 18. XII. 1934 ist ohne Einwendungen geblieben, er ist somit angenommen. Seit dieser Sitzung sind 30 Neuanmeldungen eingegangen, eine Liste liegt hier zur Einsichtnahme aus.

In der nächsten ordentlichen Sitzung am 26. II. 1935 wird voraussichtlich Herr Obering. Flad einen Vortrag halten über: „Rückschlüsse aus der Übertragungstechnik auf den Aufbau der neuzeitlichen Fernsprecheinrichtungen." Am 1. und 12. II. 1935 veranstaltet unser Verein in Gemeinschaft mit der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens je eine außerordentliche Sitzung; am 1. II. 1935

Digitized by Google

wird Herr Dr. von Bekesy aus Budapest einen Vortrag halten über: „Physikalische Probleme der Hörphysiologie", am 12. II. 1935 Herr Professor Dr. Norinder aus Uppsala über: „Untersuchungen von Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen in Schweden mittels Kathodenstrahl-Oszillographen."

Die heutige Sitzung bildet als erste ordentliche Sitzung im neuen Geschäftsjahr zugleich die Jahresversammlung unseres Vereins, auf der über die Tätigkeit des Vereins im abgelaufenen Jahre zu berichten ist.

Wie Sie wissen, ist die Umwandlung des Elektrotechnischen Vereins in einen Gau des Verbandes Deutscher Elektrotechniker beabsichtigt. Wenn wir uns auch bereits praktisch als Gau dieser die ganze deutsche Elektrotechnik umfassenden Organisation fühlen, so ist doch die Umwandlung, zu welcher auch die Änderung der amtsgerichtlichen Eintragung erforderlich ist, noch nicht formell vollzogen. Wir hatten beabsichtigt, die hierzu noch erforderlichen Beschlußfassungen in der heutigen Sitzung vollziehen zu lassen. Die Vorarbeiten dazu sind nahezu zum Abschluß gebracht. Die neue Satzung ist im Benehmen mit dem VDE und dem Registerrichter im Wortlaut festgelegt. Der Wortlaut der Urkunde über die Stiftung, welche in Ausführung der auf der VDE-Tagung in Wiesbaden getroffenen Vereinbarungen der Elektrotechnische Verein machen wird, um die Fortführung seiner traditionellen Bestrebungen zur Förderung der Wissenschaft bis in alle Zeiten zu sichern, ist ebenfalls in zahlreichen Vorstandsitzungen, in mehrfachen Besprechungen mit Rechtsstellen und dem Referenten des für die gesetzliche Genehmigung der Stiftung zuständigen Reichs- und Preußischen Ministers für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung fertiggestellt. Zum Schluß ist dabei noch eine Schwierigkeit entstanden, die aber hoffentlich bis zur nächsten ordentlichen Sitzung beseitigt werden kann.

Der Elektrotechnische Verein legt natürlich Wert darauf, diese Stiftung, welche seine bisherigen wissenschaftlichen Bestrebungen verankern soll, noch unter seinem alten Namen zu tätigen, ehe die Umwandlung vollzogen wird. Darum dürfen wir Sie wohl damit einverstanden halten, daß bis dahin Vorstand und Ausschuß in ihrer jetzigen Zusammensetzung noch im Amt bleiben. Mit dem Vollzug der Umwandlung muß dann ein Vorsitzender nach der neuen Satzung gewählt werden. —

Ich berichte nun weiter über die Tätigkeit des Vereins.

Es haben neun ordentliche und drei außerordentliche Sitzungen — letztere in Gemeinschaft mit der „Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens" — mit Vorträgen stattgefunden. Um die Veranstaltung der stets gut besuchten Vorträge hat sich der Ausschuß sehr verdient gemacht; ihm gebührt dafür der besondere Dank des Vereins.

Die vier Fachausschüsse haben sich rege betätigt und im ganzen 16 Vorträge veranstaltet, von denen zwei auf Elektromaschinenbau, vier auf elektrisches Nachrichtenwesen, vier auf Installationstechnik und sechs auf den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken entfallen.

Die Vortragsreihen des Gemeinsamen Fachausschusses des Elektrotechnischen Vereins und des Außeninstituts der Technischen Hochschule bilden immer mehr einen starken Anziehungspunkt nicht nur für die eigentlichen Fachleute, sondern auch für zahlreiche andere Interessenten. Der Fachausschuß hat zwei Vortragsreihen veranstaltet, und zwar über: „Die Physik und Technik der Gasentladungen" sowie über: „Theorie des Magnetismus und Ergebnisse neuerer Forschungen". Für die viele Mühe, die sich der Gemeinsame Fachausschuß gegeben hat, spreche ich namens des Vereins den verbindlichsten Dank aus.

Die Vortrags- und Diskussionsabende für jüngere Fachgenossen waren gut besucht; diese Einrichtung bürgert sich immer mehr ein.

Die Besichtigungen technischer und anderer Betriebe fanden starken Zuspruch. Herrn Geheimrat Dr. Kahle, der sich um das Zustandekommen der Besichtigungen eifrig bemüht, spreche ich hierfür den Dank des Vereins aus.

Über die Zusammenarbeit des Elektrotechnischen Vereins mit anderen wissenschaftlichen und technischen Organisationen und Vereinen ist folgendes hervorzuheben:

An den Arbeiten des Ausschusses für Blitzableiterbau (ABB, Vorsitzender Herr Professor Matthias) haben wir auch im abgelaufenen Jahr teilgenommen. Die schon im Vorjahre geplante Vortragsreihe: „Die neueren Fortschritte und Erkenntnisse auf dem Gebiete des Gebäudeblitzschutzes" konnte vom 23. bis 26. IV. 1934 in Berlin stattfinden. Es nahmen 18 Herren aus den verschiedensten Teilen Deutschlands an ihr teil, die als Blitzschutz-Sachverständige tätig sind und sich weiterbilden wollten. Die Teilnehmer äußerten den Wunsch, daß derartige Vortragsreihen noch öfter veranstaltet werden möchten. — Die Anordnung der Überwachungstelle für unedle Metalle vom 15. VIII. 1934 verlangt, daß Kupfer und seine Legierungen im Blitzableiterbau nicht mehr verwandt werden. Zur Besprechung der Werkstoffrage fand deshalb im Oktober eine außerordentliche Versammlung des Hauptausschusses statt. Für die Normblätter wurden „Umstellnormen" aufgestellt. Ihr Entwurf ist in Heft 46 der ETZ vom 15. XI. 1934 auf S. 1138 veröffentlicht worden. Diesen vorangestellt ist eine Erörterung der Werkstoffrage, insbesondere Verwendung von Aluminium im Blitzableiterbau. Von der 3. Auflage des Büchleins „Blitzschutz" wurden im Laufe des Jahres rd. 1000 Stück abgesetzt.

Der Ausschuß für Einheiten und Formelzeichen (AEF, Vorsitzender Herr Professor Dr. Wallot) hat im Jahre 1934 eine Sitzung abgehalten. Er hat dabei die Entwürfe: „Benennung in der Akustik", „Formen der elektrischen Gasentladungen" und „Zähigkeit" endgültig angenommen und die Entwürfe: „Allgemeine physikalische Konstanten" und „Wärmeübertragung" zur ersten vorläufigen Veröffentlichung freigegeben. Diese beiden Entwürfe werden demnächst zusammen mit der schon früher freigegebenen Sonderliste der Formelzeichen für den Elektromaschinenbau in der ETZ erscheinen.

Der Ausschuß zur Erforschung elektrischer Unfälle (AEU) hat im Berichtsjahr durch das Hinscheiden des Herrn Präsident Professor Dr. Strekker seinen Vorsitzenden verloren. Ersatzwahl ist noch nicht erfolgt, doch haben die Bestrebungen dieses Ausschusses nicht geruht. Wie Ihnen bekannt ist, hat Herr Professor Dr. Gildemeister am Physiologischen Institut der Universität Leipzig in unserem Auftrage und mit unserer finanziellen Unterstützung sowie mehrerer anderer Vereinigungen Forschungsarbeiten auf diesem Gebiete geleistet. Herr Dr. Koch vom Psychologischen Institut der Universität Würzburg, der vorher lange Zeit an den Forschungsarbeiten des Herrn Professor Dr. Gildemeister teilgenommen hatte, hat darüber in einem im Elektrotechnischen Verein am 18. XII. 34 gehaltenen Vortrag: „Elektrische Erscheinungen bei Menschen und Tieren" mitberichtet. Der Vortrag war namentlich auch von medizinischen und anderen interessierten Kreisen gut besucht und hat eine lebhafte Aussprache ausgelöst.

Die Beziehungen zu verwandten Vereinen und Instituten wurden gefördert.

Unsere Bücherei mit ihren zahlreichen ausländischen Zeitschriften fand wie jeher häufige Benutzung. Die Aufbewahrung und Ausgabe unserer Bücher und Zeitschriften hat auch im vergangenen Jahre der Verein deutscher Ingenieure in entgegenkommender Weise besorgt; hierfür spreche ich ihm den Dank des Vereins aus.

Der Elektrotechnische Verein hatte zu dem Annual Dinner der Institution of Electrical Engineers in London am 8. II. 1934 eine Einladung erhalten. Im Auftrage des Vorstandes hat Herr Professor Dr. Wallot, der Vorsteher des Ausschusses, unseren Verein in London vertreten und dort freundlichste Aufnahme gefunden.

Wie bisher hat auch im vergangenen Jahre der Elektrotechnische Verein an dem „Wohltätigkeitsfest der Technik" am 7. XI., veranstaltet von den technisch-wissenschaftlichen Vereinen in Berlin, teilgenommen. Aus dem Überschuß des Festes ist ein Betrag von 1428 RM in den Unterstützungsfonds des Elektrotechnischen Vereins geflossen.

Der mittels Gesellschaftsautos am 2. VI. veranstaltete Sommerausflug mit Damen nach Niederfinow und Bad Freienwalde fand sehr starke Beteiligung. Bei der Besichtigung des hochinteressanten Schiffshebewerks in Niederfinow gaben sachkundige Herren der Bauleitung, darunter mehrere Herren aus dem Reichsverkehrsministerium, an Ort und Stelle eingehende Erklärungen. Den Herren sei auch hier der Dank des Vereins ausgesprochen. Abends vereinigte ein gemeinsames Essen mit anschließendem Tanz die Teilnehmer im „Kurhaus" zu Bad Freienwalde.

Die Mitgliederzahl des Vereins ist im Jahre 1934 leider wieder gesunken: von 2584 auf 2273, darunter 85 österreichische und 449 ausländische.

Digitized by Google

Der Tod hat zu unserem Schmerz im Berichtsjahr wieder eine Anzahl von Mitgliedern hinweggerafft. Es sind von uns gegangen:

Oberingenieur Dr. Paul Bauer,
Direktor Stanislaus Bielinski,
Direktor Ferdinand Blanc,
stellvertr. Direktor Paul H. Daniels,
Obering. Dipl.-Ing. Herm. Eubell,
Dipl.-Ing. R. Holmer,
Oberingenieur Emil Neumann,
Ingenieur Willi Preß,
Oberingenieur Dipl.-Ing. Alfred Purwin,
Direktor a. D. Erich Quäck,
Oberingenieur Carl Reichenbach,
Professor Dr. Josef Sumec,
Direktor Dr. Franz Schrottke,
Präsident a. D. Professor Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. Karl Strecker.

Auf dieser leider so langen Liste stehen viele Namen von treuen, um den Verein sehr verdienten Mitgliedern. Ganz besonders schmerzlich hat uns das Dahinscheiden unseres treuesten alten Anhängers, des Herrn Präsidenten Strecker berührt, der seit 1885 Mitglied unseres Vereins war und in Anerkennung seiner vielseitigen uneigennützigen Betätigung für dessen Aufgaben zum Ehrenmitglied ernannt worden ist. Die Verdienste des Verstorbenen sind in einem Nachruf in der ETZ, Heft 39, ausführlich gewürdigt. Das Ansehen des Vereins und seine Geltung in wissenschaftlichen Kreisen hat er durch Betätigung auf den verschiedensten Gebieten gefördert. Bis zuletzt war er Vorsitzender des von ihm ins Leben gerufenen Ausschusses für die Erforschung elektrischer Unfälle, lange Zeit hat er den Ausschuß für Blitzableiterbau geleitet, der ihn zu seinem Ehrenvorsitzenden ernannt hat. In dem von ihm gegründeten und zu hohem Ansehen gebrachten Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen hat er 25 Jahre lang als Vorsitzender gewirkt und viele unserer Mitglieder zur opferfreudigen Mitarbeit an den gemeinnützigen Aufgaben dieser Organisation begeistert. Nachdem er nach seinem Wegzuge aus Berlin die Leitung in die Hände seines bewährten Mitarbeiters Professor Dr. Wallot gelegt hatte, war er zum Ehrenvorsitzenden auch dieses Ausschusses ernannt worden. Der Verein wird seine Verdienste nie vergessen.

Sie haben sich zur Ehrung der Heimgegangenen von den Sitzen erhoben. Ich danke Ihnen.

Wird das Wort zu diesem Bericht gewünscht? (geschieht nicht).

Wir kommen nunmehr zur Vorlage des Kassenberichts. Das Wort hat der Herr Schatzmeister.

Herr Thürmel: Ich habe die Bilanz wie immer ausgelegt. Der Überschuß des Jahres beträgt rd. 25 000 RM. Daß er in diesem Jahre erheblich höher ist als im Vorjahre, liegt daran, daß die Mitgliederbeiträge und die Einnahmen aus der ETZ höher waren, und daß wir im Vorjahre einen Pensionsfonds errichtet hatten. Ferner sind auch bei einer Reihe von Einzelposten Ersparnisse gemacht worden.

Das buchmäßige Vermögen des Vereins beträgt rd. 322 000 RM. (Ich nenne Ihnen runde Zahlen!)

Unter den Besitzteilen finden wir folgende Posten:

Kassenbestand	264 RM
Scheckbestand	800 „
Guthaben beim Postscheckamt	5 300 „
Bankguthaben	52 000 „

Diese flüssigen Mittel wollte ich nicht kurz vor der Umbildung des Vereins in Wertpapieren festlegen. Der größte Teil ist als Quartals- und Monatsgeld angelegt, so daß die Zinsverluste nicht bedeutend sind.

Wertpapiere	390 000 RM.

Der Betrag hat sich gegenüber dem Vorjahrsbetrag durch Neuerwerb von 12 000 RM Stadtverkehrsanleihe etwas erhöht. Diese 12 000 RM haben wir zusammen mit bereits vorhandenen 12 000 RM derselben Anleihe in Schuldverschreibungen des Umschuldungsverbandes der Deutschen Gemeinden umgetauscht. Das hierbei erhaltene Aufgeld von 2 % ist über Zinsenkonto vereinnahmt worden.

Beteiligung an der ETZ-Verlags-G. m. b. H. wie immer	1 250 RM
Kontokorrentforderungen	736 „

Der Hauptbetrag besteht in Auslagen für Vortragsreihen mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule.

Mobilien	1 RM
Interimsposten	18 600 „

Dieser Posten enthält Vorauszahlungen an den VDE und am 31. XII. 1934 fällige, von der Bank aber erst im neuen Jahr gutgeschriebene Zinsen auf Wertpapiere.

Die Schuldteile setzen sich folgendermaßen zusammen:

Vermögen	322 000 RM
Rückstellungen	44 000 „

Sie betrugen im Vorjahre 71 000 RM. Wir haben davon mit Ihrer Zustimmung 25 000 RM für die Gründung des Pensionsfonds genommen; 2000 RM waren kleinere Ausgaben.

Pensionsfonds	26 500 RM.

Die Zahl kommt folgendermaßen zustande: Der ursprüngliche Betrag ist durch eine Ende des Jahres ausgezahlte Entschädigung laut Vorstandsbeschluß verringert worden. Um diese Summe haben wir den Pensionsfonds wieder erhöht zu Lasten der Unkosten, und haben ihm die Zinsen zugeführt, die uns durch die Anlage des Geldes zufließen. Wir haben mit durchschnittlich 6 % Zinsen zu rechnen gehabt.

Unterstützungsfonds	7 700 RM,

ebenso wie im Vorjahre, weil wir die jetzige Einnahme von 1400 RM gebraucht haben, um die an uns gelangten Unterstützungsgesuche zu erledigen.

Interimsposten	66 000 RM.

Dieser Posten enthält im wesentlichen die im Jahre 1934 vereinnahmten Mitgliederbeiträge für 1935, sowie den für 1934 geschuldeten Bezugspreis für die ETZ. Die übrigen kleineren Posten betragen zusammen etwa 2000 RM.

Ich komme jetzt zu den Einnahmen und Ausgaben.

Die Einnahmen des Vereins im Betrage von 126 000 RM setzen sich zusammen aus

Mitgliederbeiträgen	82 000 RM
Zinseneinnahmen	28 000 „
Einnahmen aus der ETZ	14 000 „
Gastkarten	2 000 „

Die Ausgaben sind:

Beiträge an den VDE einschließlich RTA-Nachrichten	32 000 RM
Ausgaben für die ETZ	24 000 „
Ausgaben für Vereinswesen	10 000 „
Unkosten	34 000 „

Dieser Posten enthält Miete, Gehälter, Drucksachen, allgemeine Unkosten, Zuweisungen zum Pensionsfonds.

Winterhilfe	500 RM
Abschreibungen auf Mobilien	17 „

Daraus ergibt sich der Überschuß von 25 000 RM.

Nun wäre noch über den Etat für das nächste Jahr zu sprechen. Aus unserem Vermögen haben wir einen Anteil für die Stiftung abzugeben. Wir rechnen mit Einnahmen von etwa 90 000 RM. Davon müssen wir als Mitgliederbeiträge an den VDE und für RTA-Nachrichten ungefähr 30 000 RM abführen. Die Ausgaben für die ETZ dürften etwa 22 000 RM betragen, die Ausgaben für Vereinswesen 13 000 RM und Unkosten 25 000 RM.

Ich muß sagen, daß im Augenblick die Zahlen sehr schwer zu schätzen sind.

Wünscht jemand das Wort zu dem Bericht? — Das ist nicht der Fall.

Vorsitzender: Ich danke dem Herrn Schatzmeister für seine Mühewaltung im verflossenen Jahr.

Satzungsgemäß sind zwei Rechnungsprüfer zu benennen. Der Vorstand schlägt Ihnen hierfür die Herren Dipl.-Ing. Haas und Regierungsrat Dr. R. Vieweg vor. Sind Sie damit einverstanden? (Zustimmung). — Dann darf ich feststellen, daß diese beiden Herren, die sich der Geschäftsführung gegenüber bereit erklärt haben, die Prüfung der Bilanz und der Rechnungslegung vornehmen werden. In der nächsten Sitzung werden sie wie üblich Bericht erstatten. Es wird sich dann Gelegenheit bieten, zum Jahresabschluß Stellung zu nehmen.

Auf der ordentlichen Mitgliederversammlung vom 25. IX. 1934 war ein Antrag von 70 Mitgliedern unter Führung des Herrn Oberingenieur Dr.-Ing. E. Krohne über die Höhe der Mitgliedsbeiträge behandelt worden. Derselbe ist entsprechend dem damaligen Beschluß an den Vorsitzenden des VDE weitergereicht worden. Er wurde von diesem unter Hinweis auf die soziale Forderung einer Staffelung abgelehnt. Infolgedessen behalten die in den Veröffentlichungen des VDE und EV bekanntgegebenen Mitgliedsbeiträge ihre Gültigkeit. Ich bitte diejenigen Mitglieder, die ihren Beitrag für 1935 noch nicht bezahlt haben, dies nunmehr zu tun.

Digitized by Google

Damit ist der geschäftliche Teil der heutigen Sitzung erledigt. Ich erteile nunmehr Herrn Dr. Reiche das Wort zu seinem Vortrage: „Neuere Gesichtspunkte in der Hochspannungs-Prüftechnik."

(Vortrag folgt.)

Vorsitzender: Wir danken Herrn Dr. Reiche dafür, daß er aus Dresden hierher gekommen ist, um uns über ein so hochinteressantes Gebiet zu berichten.

Ich eröffne nun die Besprechung und bitte um Wortmeldungen.

(Besprechung folgt.)

Vorsitzender: Wir sind am Ende unserer heutigen Tagesordnung. Ich danke nochmals dem Herrn Vortragenden und auch den Herren Diskussionsrednern für ihre Betätigung und Ihnen allen für Ihr großes Interesse, hiermit schließe ich die Sitzung.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Bornemann, Hans, Ingenieur, Bln.-Zehlendorf
Filberich, Ludwig, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Frank, Stefan, Obering., Nagymanyok (Ungarn)
Georgieff, Michail, Ingenieur, Widdin (Bulgarien)
Groeger, Hans, Ingenieur, Berlin-Spandau
Gundelach, Fritz, Dipl.-Ing. Berlin SW 61
Günther, Ernst Heinrich, Elektroing., Springfontein (Süd-Afrika)
Hafen, Otto, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Gyarmathy, Ladislaus, Dipl.-Ing., Várpalota (Ungarn)
Lammers, Bruno, Oberingenieur, Bln.-Charlottenburg
Langrock, Alfred, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Langer, Erwin, Ingenieur, Berlin
Martiny, Karl, Dipl.-Ing., Salgotarjan (Ungarn)
v. Nagy, Stefan, Ingenieur, Budapest
Nilsson, Ragnar, techn. Student, Västerås (Schweden)
Obermoser, Karl, Direktor, Bln.-Zehlendorf
Polenz, Fritz, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Polin, Franz, Ingenieur, Bln.-Wannsee
Poll, Walter, Fernmeldetechniker, Bln.-Spandau
Potzel, Kurt, Betriebsmonteur, Eichwalde
Roos, L. W., Ingenieur, Ryswyk (Holland)
Saghy, Anton, Dipl.-Ing., Dorog (Ungarn)
Schneider, Hans, Oberingenieur, Bln.-Friedenau
Schneider, Heinrich, Dipl.-Ing., Bln.-Frohnau
Schrader, Günther, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Stoyan, Kurt, Ingenieur, Neubabelsberg
von Stutterheim, Hans-Heinrich, Ingenieur, Bln.-Lichterfelde
Valatin, Stefan, Direktor, Budapest
Wagner & Co., elektrotechnisches Unternehmen, Postrelmov (Nordmähren)
Wolf, Walter Erich, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg

Preisausschreiben!

Das Kuratorium der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung, Berlin, dem auch ein Vertreter des Elektrotechnischen Vereins angehört, hat aus den eingereichten Preisaufgaben zur Lösung wirtschaftlicher, wissenschaftlicher oder technischer Fragen folgende ausgewählt:

I. Preisaufgabe:

Ferromagnetismus.

Es ist bisher weitgehend unbekannt, weshalb einige Elemente und Legierungen ferromagnetisch sind und die übrigen nicht. Es sind Überlegungen und Versuche anzustellen, welche ein tieferes Verständnis der für den Ferromagnetismus erforderlichen Bedingungen anbahnen. Besondere Berücksichtigung verdienen dabei die Legierungen aus nicht ferromagnetischen Komponenten sowie der Einfluß der thermischen Vorbehandlung bei solchen Legierungen.

Als Preis für die beste Lösung dieser Aufgabe wird ein Betrag von **2000 RM** ausgesetzt.

II. Preisaufgabe:

Kritische Zusammenstellung und Beurteilung der Schutzmaßnahmen zur Abdämmung der Verkehrserschütterungen, die von der Straße auf Gebäude übertragen werden.

Es ist eine kritische Zusammenstellung der Maßnahmen zu geben, die bisher für die Fernhaltung der Verkehrserschütterungen von Gebäuden in Betracht gezogen worden sind. Diese Zusammenstellung muß in übersichtlicher Gliederung sämtliche bisher in Betracht gezogenen Maßnahmen, die in der Weltliteratur und in Patenten angegeben sind, enthalten. Dabei ist insbesondere festzustellen, welche dieser Maßnahmen zur Ausführung gelangt sind, und in tabellarischer Übersicht genau Ort und Zeit der Ausführung anzugeben. Ferner ist ein kritischer Überblick über die Messungen zu geben, die bisher zur Untersuchung der Schutzmaßnahmen durchgeführt worden sind. Durch eigene Messungen des Bewerbers an wenigstens zwei verschieden ausgeführten Schutzvorrichtungen ist die Schutzwirkung meßtechnisch zu belegen, und zwar parallel mit einem Erschütterungsmesser (Seismographen) und einem direkt schreibenden Beschleunigungsmesser. Es müssen wenigstens drei Meßstellen vorhanden sein, von denen die eine diesseits der Schutzvorrichtung nach der Straße zu, die beiden anderen jenseits der Schutzvorrichtung liegen. Ferner müssen die zu vergleichenden Meßstellen in einer senkrecht zur Straße liegenden Richtung angeordnet sein.

Als Preis für die beste Lösung dieser Aufgabe wird ein Betrag von **2500 RM** ausgesetzt.

III. Preisaufgabe:

Getriebetechnik.

Steigerung der Leistung und Wirtschaftlichkeit bei Maschinen und Geräten durch getriebetechnische Maßnahmen.

In der Technik sind die Konstruktion und die Herstellung gleichförmig übersetzender Getriebe (z. B. Zahnradgetriebe, Schneckengetriebe u. dgl.) sehr vervollkommnet worden und werden auf allen Gebieten des Baues von Maschinen und Geräten allgemein als leicht zu berechnende oder als fertig gelieferte Maschinenelemente angewendet.

Dagegen bietet die Anwendung periodisch übersetzender Getriebe, zu denen z. B. Kurvengetriebe, Koppelgetriebe, Schaltgetriebe gehören, noch sehr weitgehende Möglichkeiten praktischer Vervollkommnung, und zwar vor allem in der Richtung, daß mit den Mitteln der wissenschaftlichen Getriebelehre die Gestalt und die Abmessungen der einzelnen Getriebeglieder zahlenmäßig ermittelt und dadurch alle Eigenschaften der Getriebe zur Erfüllung der jeweils gestellten praktischen Anforderung erschöpfend nutzbar gemacht werden. Durch diese Abwendung der wissenschaftlichen Methoden der quantitativen Getriebelehre, die an Stelle oder zur Ergänzung der bisher vorwiegend allein benutzten Konstruktionsmethoden der Erfahrung und des Probierens angewendet werden müssen, kann in verschiedener Hinsicht eine wesentliche Verbesserung der periodisch übersetzenden Getriebe und der mit solchen Getrieben ausgestatteten Maschinen und Geräte erzielt werden. So kann z. B. ein ruhiger Gang der Getriebe und damit eine Verringerung des Gewichts und des Maschinengestells erzielt werden, was eine Herabsetzung des Materialaufwandes, der Fracht und beim Export auch des Zolles herbeiführen kann. Ferner können besonders einfache und daher billiger herzustellende Getriebe verwendet werden, die überdies eine leichtere und wesentlich billigere Feineinstellung ermöglichen als die nach den bisher angewendeten Verfahren konstruierten Getriebe. Auch können die Getriebe mit Hilfe der wissenschaftlichen Getriebelehre derart ermittelt werden, daß die dem Verschleiß ausgesetzten Teile eine möglichst geringe Abnutzung erfahren, genormt und daher leicht und billig ausgewechselt werden können. Damit sind einige Vorteile genannt, die bei der Konstruktion und der Anwendung periodisch übersetzender Getriebe durch die Benutzung der wissenschaftlichen Methoden der Getriebelehre erzielt werden können.

Entsprechend dem heutigen Stande der wissenschaftlichen Getriebetechnik ist es erwünscht, auf den verschiedenen Gebieten des Baues von Maschinen und Geräten die periodisch übersetzenden Getriebe derart zu konstruieren und anzuwenden, daß die Leistung der Maschinen gesteigert, die Kosten ihrer Herstellung gesenkt und ihre Betriebssicherheit erhöht wird. In Betracht kommen unter anderem Maschinen folgender Industriezweige:

Werkzeugmaschinen, Papierverarbeitung, Kartonagenindustrie, Verpackindustrie, Schuh- und Lederindustrie, Zigaretten- und Zigarrenindustrie, Druckerei- und Zeitungsbetrieb, Textilindustrie (Spinnen, Weben, Strikken usw.), Lebensmittelindustrie, Streichholzindustrie, selbsttätige Industrie, chemische Industrie usw. — Dazu kommen Apparate und Instrumente, soweit sie periodisch übersetzende Getriebe aufweisen.

Es ist eine Abhandlung einzureichen, in der vom technischen und vom wirtschaftlichen Standpunkte aus möglichst umfassend und ausführlich dargelegt wird, welche Bedeutung die Durchbildung der periodisch übersetzenden Getriebe mit den Möglichkeiten der wissenschaftlichen Getriebetechnik auf den verschiedenen Gebieten der Anwendung dieser Getriebe hat, welche der etwa bisher bestehenden Mängel (z. B. zu hohe Herstellungskosten der Maschine, zu geringe Leistung, unruhiger Gang, Neigung zu Betriebstörungen, Abnutzung an schwer zu ersetzenden oder teuren Getriebeteilen usw.) durch getriebetechnische Maßnahmen behoben oder gemildert werden können. An Beispielen soll gezeigt werden, wo die Mit-

Digitized by Google

arbeit des wissenschaftlich geschulten Getriebefachmanns ansetzen kann und welche Aussichten auf einen wirtschaftlichen Erfolg seiner Arbeit bestehen. Ferner soll erörtert werden, welchen Einfluß getriebetechnische Verbesserungen der genannten Art auf die Ausfuhr der verschiedenen beteiligten Industriezweige haben, und zwar sowohl hinsichtlich der Ausfuhr von Maschinen u. dgl. wie von Fertigwaren, die in Deutschland mit Hilfe von getriebetechnisch verbesserten Maschinen hergestellt werden. Im Anschluß hieran sollen die entsprechenden Verhältnisse im Auslande, soweit es als Bezieher der deutschen Maschinen und anderer Erzeugnisse oder als Wettbewerb für unsere Industrie in Betracht kommt, untersucht werden. Dabei soll erörtert werden, in welcher Hinsicht hierbei eine Steigerung der Ausfuhr unserer Industrie möglich erscheint und ob eine solche Steigerung wesentlichen oder nur unerheblichen Umfang anzunehmen verspricht.

Als Preis für die beste Lösung dieser Aufgabe wird ein Betrag von **1000 RM** ausgesetzt.

Als Bewerber um die ausgesetzten Preisaufgaben dürfen nur Deutsche auftreten.

Die Lösungen dieser Preisaufgaben müssen in deutscher Sprache abgefaßt bis spätestens 1. XII. 1935 an das Kuratorium der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung in Berlin O 27, Schicklerstr. 5 II, eingesandt sein.

Erwünscht ist die Einsendung unter einem Kennwort. In solchem Falle ist die genaue Anschrift des Einsenders in einem geschlossenen Briefumschlage mit gleichem Kennwort beizufügen.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Änderungen
an
VDE 0874/1934.

Leitsätze für Maßnahmen an Maschinen und Geräten zur Verminderung von Rundfunkstörungen.

§ 7.

Maßnahmen an Maschinen und Geräten.
. . . . . wie bisher.

a) Beschaltung mit Kondensatoren allein.

Die Kapazität der Kondensatoren zwischen den Netzleitungen ist nicht vorgeschrieben, soweit sie nicht mit dem Gehäuse von ortsfesten oder ortsveränderlichen Maschinen oder Geräten in Verbindung sind.

In Wechselstromnetzen ist die Kapazität der Kondensatoren, deren einer Pol am Gehäuse liegt, beschränkt, weil sie Anlaß zu einer Gefährdung bei Berührung des Gehäuses geben können. Diese Kondensatoren — in den Schaltungsbildern mit (b) bezeichnet — sind Berührungsschutz-Kondensatoren gemäß VDE 0870 „Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K.“. Für ihre Kapazität ist bei vorgeschriebenem Strom (vgl. 1 und 2) in Drehstromnetzen ohne Nulleiter oder mit nicht geerdetem Nulleiter die verkettete Spannung und in Drehstromnetzen mit geerdetem Nulleiter die Phasenspannung maßgebend.

Bei der Entstörung sind folgende Fälle zu unterscheiden:

1. Ist das Gehäuse von ortsfesten oder ortsveränderlichen Maschinen oder Geräten nicht geerdet oder nicht genullt, so darf zwischen Gehäuse und Erde bei fabrikmäßigem Einbau kein größerer Strom als 0,4 mA und bei nachträglichem Einbau kein größerer Strom als 0,8 mA auftreten.
2. Ist das Gehäuse von ortsfesten Maschinen oder Geräten geerdet, so darf in der Schutzleitung kein größerer Strom als 3,5 mA auftreten.

   Ist das Gehäuse von ortsveränderlichen Maschinen oder Geräten geerdet, so darf in der Schutzleitung bei fabrikmäßigem Einbau kein größerer Strom als 0,4 mA und bei nachträglichem Einbau kein größerer Strom als 0,8 mA auftreten. Eine weitergehende Entstörung ist bis zum Höchststrom von 3,5 mA in der Schutzleitung am Mutterteil der Steckvorrichtung zulässig.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Rundfunkstörungen.

Der Unterausschuß „Entstörungsgeräte“ hat in ETZ 1934, S. 1038, den am 1. Januar 1935 in Kraft getretenen Wortlaut zu

VDE 0874/1934 „Leitsätze für Maßnahmen an Maschinen und Geräten zur Verminderung von Rundfunkstörungen“

bekanntgegeben.

In dieser Fassung war die Frage des zulässigen Durchgangstromes für Entstörungskondensatoren in geerdeten oder genullten Anlagen offengelassen.

Inzwischen hat ein besonderer Versuchsausschuß auf Grund der von ihm durchgeführten Versuche zunächst für den Zeitraum eines Jahres — beginnend mit dem Tage der Veröffentlichung an dieser Stelle — einen höchstzulässigen Durchgangstrom von 3,5 mA festgelegt.

Die hierdurch bedingten Änderungen an § 7 a) und c) von VDE 0874/1934 werden nachstehend mit der Maßgabe bekanntgegeben, daß der Vorsitzende des VDE diese Änderungen genehmigt und mit dem Tage ihrer Veröffentlichung an dieser Stelle in Kraft gesetzt hat.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Diese Bestimmungen über die höchstzulässigen Ströme in der Schutzleitung gelten auch für den Fall der Schutzschaltung.

3. Ist das Gehäuse von ortsfesten oder ortsveränderlichen Maschinen oder Geräten mit einem betriebsmäßig Strom führenden und geerdeten Nulleiter verbunden, so wird der Strom in der Schutzleitung nicht vorgeschrieben (siehe Schaltungsbild Nr. 1 h_1). Zwischen Gehäuse und Nulleiter ist ein Kondensator nicht erforderlich; der Entstörungskondensator zwischen Außenleiter und Nulleiter braucht kein Berührungsschutz-Kondensator zu sein.

b) . . . . . wie bisher.

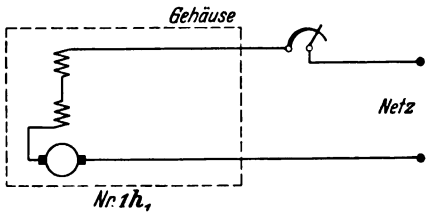
c) Ausführungsbeispiele.

Der zweite Absatz erhält folgenden geänderten Wortlaut:

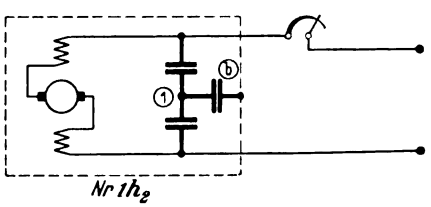
„Die in den Ausführungsbeispielen Nr. 1 h ··· 1 l angegebenen Berührungsschutz-Kondensatoren (b) fallen bei genullten Maschinen oder Geräten [siehe a), Ziffer 3] fort; das Gehäuse wird unmittelbar mit dem Nulleiter verbunden und an Stelle der Reihenschaltung von zwei Kondensatoren zwischen Außenleiter und Nulleiter tritt ein einziger Kondensator.“

Der sechste Absatz erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„In den folgenden Schaltungsbildern Nr. 1 h_1 ··· 1 h_{11} ist für einen Hauptstrommotor die stufenweise Beschaltung mit Entstörungsmitteln nach der bei Nr. 1 h angegebenen Schaltfolge nochmal gesondert durchgeführt.

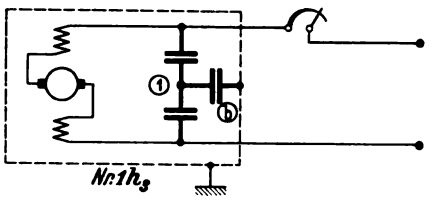


Hauptstrommotor mit nicht symmetrierter Wicklung ohne Entstörungsmaßnahmen.

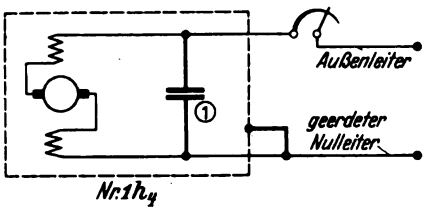


Hauptstrommotor mit nicht geerdetem oder nicht genulltem Gehäuse. Symmetrische Aufteilung der Feldwicklung. Zuschaltung der Kondensatoren (Folge 1) mit Berührungsschutz-Kondensator (b) 0,4 bzw. 0,8 mA.

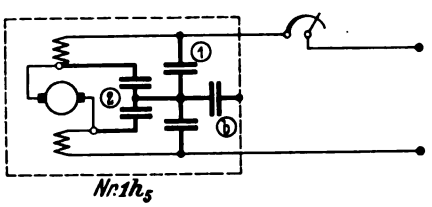
Digitized by Google



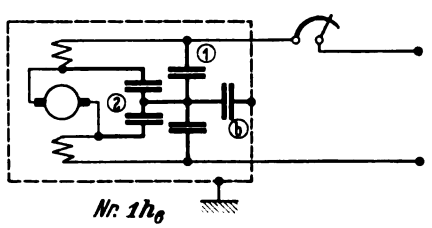
Hauptstrommotor mit geerdetem Gehäuse. Wie Nr. 1 h_2, jedoch Berührungsschutz-Kondensator ⓑ 0,4 bzw. 0,8 mA bei ortsveränderlichem Motor oder 3,5 mA bei ortsfestem Motor.



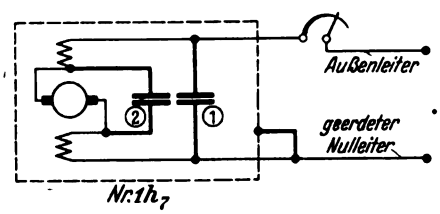
Hauptstrommotor mit genulltem Gehäuse. Nur ein Kondensator zwischen Außen- und Nulleiter (entsprechend Folge 1); kein Berührungsschutz-Kondensator, Gehäuse unmittelbar mit Nulleiter verbunden.



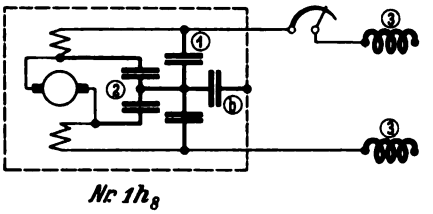
Wie Nr. 1 h_2, jedoch Zuschaltung der Kondensatoren (Folge 2).



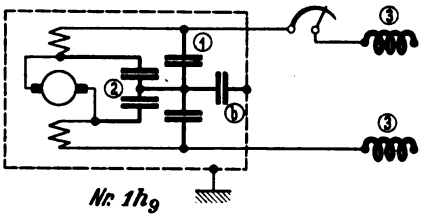
Wie Nr. 1 h_3, jedoch Zuschaltung von Kondensatoren (Folge 2).



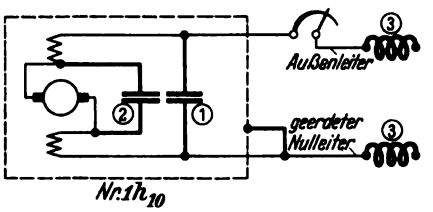
Wie Nr. 1 h_4, jedoch Zuschaltung des Kondensators (Folge 2).



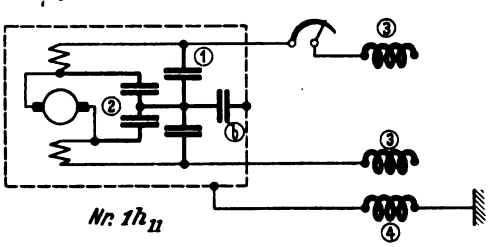
Wie Nr. 1 h_5 jedoch Zuschaltung von Netzdrosseln (Folge 3).



Wie Nr. 1 h_6, jedoch Zuschaltung von Netzdrosseln (Folge 3).



Wie Nr. 1 h_7, jedoch Zuschaltung von Netzdrosseln (Folge 3).



Wie Nr. 1 h_9, jedoch Zuschaltung einer Drossel (Folge 4) in die Schutzleitung.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Betrifft: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Es befinden sich Sicherungen (D-Patronen) 6 A, 500 V mit dem Verbandszeichen VDE und dem Zeichen Ⓝ im Verkehr. Bei diesen Sicherungen liegt eine unberechtigte Benutzung des Verbandszeichens vor. Daher wird vor dem Ankauf und dem Vertrieb derselben gewarnt.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Südsachsen, Chemnitz (gemeinsam mit der ADB Gruppe Starkstromtechnik im Maschinenbau). 26. III. (Di), 20 h, Hörs. 199 der Staatl. Akademie für Technik: „Was sagt die Störungs- und Unfallstatistik von Schaltanlagen dem Betriebsführer und Projekteur?“ Obering. Sihler.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 19. III. (Di), 20 h, T. H., Hörs. 42: „Die Verfeinerung der Wechselstrom-Meßtechnik.“ Prof. Dr.-Ing. Keinath.

VDE, Gau Köln. 15. III. (Fr), 20 h, Lese-Gesellschaft: „Die Grundlagen des modernen Rundfunkempfangs.“ Stud.-Rat Brüls.

VDE, Gau Magdeburg. 19. III. (Di), 20 h 15 m, Ver. Techn. Staatslehranstalten: „Natriumdampf- und Quecksilber-Hochdrucklampen und ihre Anwendung“ (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Summerer.

VDE, Gau Südbayern, München. 20. III. (Mi), T. H.: „Neue Fortschritte auf dem Fernmeßgebiet.“ Dr. Schleicher.

VDE, Gau Württemberg, Stuttgart. 20. III. (Mi), 20 h, Elektrot. Inst.: „Das Glimmteiler-Stromversorgungssystem“ (m. Lichtb.). Dr. Seidelbach.

Deutsche Maschinenbautechnische Gesellschaft, Berlin. 19. III. (Di), 19 h, gr. Saal des Ingenieurhauses: „Die Altstoffe in der Metallwirtschaft der Deutschen Reichsbahn“ (m. Lichtb.). Reichsbahnoberrat Haas.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Orlich †.

Am 4. III. starb der Geheime Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. Ernst Orlich von der Technischen Hochschule Berlin. Wir werden in einem besonderen Nachruf auf die Verdienste des Verstorbenen zurückkommen.

Digitized by Google

M. Rehmer †.

Am 23. II. 1935 wurde Dipl.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Martin Rehmer auf dem Friedhof in Wannsee zur letzten Ruhe geleitet. Die vielen Leidtragenden, die dem Verstorbenen diese letzte Ehre erwiesen, gaben Zeugnis von der Anerkennung und Achtung, die Rehmer bei allen, die ihn kannten, genoß.

1881 wurde Rehmer als Sohn eines Landwirtes geboren. Schon im Jahre 1905 berief ihn die aufstrebende vor den Toren Berlins gelegene Gemeinde Steglitz zum Leiter ihrer technischen Werke. Dort baute er das vorbildliche Elektrizitätswerk, das heute noch mit bestem wirtschaftlichen Erfolg in Betrieb ist. Mitte 1922 wurde er in die Leitung der Berliner Elektrizitätswerke berufen, denen er bis zu seinem Tode als ordentliches Vorstandsmitglied angehörte.

Rehmer stammte aus mecklenburgischem Bauerngeschlecht. Nie hat er seine engere Heimat vergessen. Immer war es sein Wunsch, seinen Lebensabend auf dem Lande zu verbringen, mit dem er sich verbunden fühlte. So war seine Natur erdverwachsen, sein Charakter wie seine äußere Erscheinung schlicht, stark und liebenswürdig.

Martin Rehmer †.

Trotz seiner großen beruflichen Erfolge blieb Rehmer ein einfacher Mensch, der nichts Besonderes für sich verlangte. Sein Beruf war sein Lebenszweck, dem er sich aufopferte. Noch auf dem Krankenlager galt all sein Fühlen und Denken seinem Werk.

Rehmer war Führernatur eigener Art. Beispielloses Pflichtgefühl, zähe Energie, mutige Entschlußfreudigkeit und umfassendes technisches und allgemeines Wissen gaben ihm das Recht, auch von seinen Mitarbeitern Einsatz ihrer ganzen Person zu verlangen. Dem Nachwuchs, dessen Heranziehung ihm immer besonders am Herzen lag, gab er Gelegenheit, sich in selbständiger verantwortungsvoller Arbeit zu erproben; so schuf er um sich einen Kreis, der seine Gedankengänge durchführte und auf den seine Arbeitsenergie übertragen wurde.

So konnte er es im Vertrauen auf sich und seine Mitarbeiter wagen, bei seinen für die Sicherstellung der Stromversorgung der Reichshauptstadt umwälzenden Plänen trotz der oftmals auch von fachkundiger Seite geäußerten Bedenken neue Wege zu gehen, die sich als richtig erwiesen.

Immer vertrat er die Auffassung, daß jeder einzelne vor allem die Interessen der Allgemeinheit zu fördern habe. Aus dieser Einstellung heraus hat er sein reiches Wissen und sein auf große Erfahrungen gegründetes Können vielen Organisationen der Wirtschaft und der Technik zur Verfügung gestellt. So förderte er die Verbands- und Vereinsarbeiten im Verband Deutscher Elektrotechniker und im Elektrotechnischen Verein mit lebhaftem Interesse und größtem Eifer. Als Vorsitzender des großen Fachausschusses des E. V. für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken, dem er von Anfang an angehörte, hat er diesem Ausschuß Leben eingehaucht und seine Sitzungen temperamentvoll und mit großem Geschick geleitet, so daß sie stets einen besonderen Anziehungspunkt bildeten.

Rehmers Verdienste sind in der Fachwelt bekannt. Die Elektrizitätsanlagen der Stadt Berlin, das Klingenberg-Werk, das West-Werk, die Charlottenburger Anlagen, das Verteilungsnetz und die Sicherheit der Berliner Stromversorgung zeugen von seinem Können.

Und so wird noch lange nach seinem Tode sein Werk für ihn sprechen. Wir aber sind stolz, daß er einer der unseren war. Dr.-Ing. Adolph.

LITERATUR.

Besprechungen.

Lehrbuch der Elektronenröhren und ihrer techn. Anwendungen. Von Prof. Dr. H. Barkhausen. Bd. 2: Verstärker. 4., vollst. umgearb. Aufl. Mit 127 Abb., VI u. 289 S. in gr. 8°. Preis geh. 7,50 RM, geb. 9 RM. Bd. 3: Rückkopplung. A. Selbsterregung (Schwingungserzeugung); B. Entdämpfung. 3. u. 4. vollst. umgearb. Aufl. Mit 85 Abb., XV u. 174 S. in 8°. Preis geh. 5,50 RM, geb. 7 RM. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1935.

Der in der 4. Auflage erschienene 2. Band des bekannten Lehrbuches[1]) enthält die Behandlung der Verstärker. Der Verfasser teilt sie in drei Klassen ein, und zwar in Vorverstärker, Kraftverstärker und Senderverstärker — eine Einteilung, die auch in der ausländischen Literatur neuerdings durchgeführt wird. Es werden, wie der Verfasser im Vorwort ausführt, somit alle Verstärker von den kleinsten Leistungen bis zu Senderverstärkern mit mehreren 100 kW-Leistung betrachtet. Damit wird der 2. Band der früheren 3. Auflage, der die Sender enthielt, aufgeteilt, da jetzt die selbsterregten Steuersender getrennt von den Senderverstärkern im dritten Band behandelt werden. Eine solche Einteilung bei einem vorzugsweise die physikalisch-technischen Grundlagen behandelnden Lehrbuch, das auf die Konstruktion nur wenig eingeht, muß als recht zweckmäßig angesehen werden. Es wird damit der physikalisch gleichartige Stoff auch äußerlich richtig zusammengefaßt.

Das Buch ist in drei Abschnitte eingeteilt. Der erste Abschnitt A beschäftigt sich mit der Theorie der Röhren für die drei genannten Verstärkerarten, wobei die Theorie des Kraftverstärkers hier neu eingefügt ist. Der Abschnitt B behandelt die Schaltungen, also die verschiedenen Arten der Kopplung, ferner Rückkopplungschutz und die Störungen. Im Abschnitt C wird der Einfluß des Gitterstromes erörtert. Die Behandlung des Gitterstromes in einem besonderen Abschnitt erscheint deshalb zweckmäßig, weil er als störende Erscheinung nur in besonderen Fällen, so z. B. bei Elektrometerschaltungen und positiver Gitterspannung auftritt.

Im 3. Band ist der Stoff behandelt, der mit dem Begriff „Rückkopplung" verbunden ist. Er enthält, wie schon oben erwähnt, das Gebiet der Senderrückkopplung, also einen Teil des früheren Senderbandes und aus dem Empfängerbande die Theorie der rückgekoppelten Empfangsröhre (Entdämpfung). Die erste Aufgabe ist im Abschnitt A „Selbsterregung" (Schwingungserzeugung), die zweite im Abschnitt B „Entdämpfung" zusammengefaßt.

Bei der Behandlung der Selbsterregung geht der Verfasser von der früher schon von ihm aufgestellten Rückkopplungsformel aus, die er in einer neuen verallgemeinerten Form angibt und aus der sich die Sonderfälle der Rückkopplung leicht ableiten lassen. An die besonderen Fälle der Rückkopplung schließt sich die Behandlung der Amplituden- und Frequenzstabilität, wobei die Begriffe der Strom- und Spannungsbegrenzung eingeführt werden.

Weitere Kapitel behandeln die Rückkopplung für kurze Wellen und die Schwingungserzeugung durch fallende Kennlinien. Neu aufgenommen ist die Theorie der Kippschwingungen. Die Erzeugung der kürzesten Wellen wird in den Kapiteln über elektrische und magnetische Elektronentanzschwingungen behandelt.

In dem folgenden Abschnitt B wird das Problem der Entdämpfung in sehr übersichtlicher Weise durch Einführung von Ersatzschaltungen erläutert, bei denen die Röhre als Generator betrachtet wird. Außer verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten wird insbesondere auch die Frage der

[1]) Der 1. Band: „Allgemeine Grundlagen" ist 1931 erschienen.

Digitized by Google

Rückkopplung mit weitem Frequenzbereich behandelt. Auch die Wirkungsweise der neuerdings zur Erreichung stabiler Verhältnisse verwendeten negativen Rückkopplung wird abgeleitet. Mit den Abschnitten „Selbstüberlagerer" und „Pendelrückkopplung" schließt dieser Band.

Die bekannte Eigenschaft der Bücher von Barkhausen, nämlich die klare, durchsichtige Darstellung, die ohne große mathematische Hilfsmitel die Vorgänge in allen Einzelheiten zu verfolgen gestattet, kommt auch bei der besprochenen neuen Auflage des Lehrbuches voll zur Geltung. Als Muster dafür kann z. B. die Behandlung des immerhin ziemlich komplizierten Vorganges der Kippschwingungen im 3. Band dienen. Der Verfasser versteht es, überall den Standpunkt des Physikers und des Ingenieurs in vorbildlicher Weise zu verbinden. Die Genauigkeit der Darstellung wird in keiner Weise durch ihre Einfachheit beeinträchtigt. Es muß dem Verfasser auch hoch angerechnet werden, daß er bei den schnell aufeinanderfolgenden Auflagen die große Mühe nicht gescheut hat, sein Werk durch grundlegende Umgestaltung immer auf den neuesten Stand der Entwicklung zu bringen. Alles dieses macht das Buch zu einem unentbehrlichen Rüstzeug für jeden, der mit Elektronenröhren zu tun hat, sei er Physiker, Ingenieur der Praxis oder Lehrer, und sichert ihm auf dem Gebiete der Röhrentechnik die Stellung eines Hauptwerkes nicht nur der deutschen, sondern auch der Weltliteratur. L. Pungs.

Was jeder Deutsche von der Windkraft wissen muß. Von Ministerialrat J. W. van Heys. Mit 48 Abb. u. 82 S. in 8°. Verlag F. Mittelbach, Berlin-Steglitz 1933. Preis geh. 2 RM.

In seinem Schriftchen: „Die Windkraft und ihre Anwendung zum Antrieb von Elektrizitätswerken, Leipzig 1905, behandelt La Cour die bescheideneren Fälle der einfachen und verbesserten Windmühle. Auch van Heys geht von der deutschen und holländischen Windmühle aus, führt uns aber über eine Reihe der verschiedensten Konstruktionen, Windmotoren, Windturbinen — auch das Flettnersche, auf dem Magnuseffekt beruhende, Segelschiff fehlt nicht — zu Einrichtungen von ungewöhnlichen Abmessungen. Man hat, seit La Cour seine Versuchsmühle in Askow betrieben hat, gefunden, daß man mit den kleinen Leistungen von 15 bis 50 kW nicht weit kommen kann, besonders nicht bei der unzuverlässigen Windkraft. Also gehe man in die Höhe, wo der Wind stärker weht als am Erdboden und vergrößere zugleich die Zahl der Windräder und deren Durchmesser. So kommt man zu Turmhöhen, die den Eiffelturm hinter sich lassen, und zu Windraddurchmessern, die größer sind als der Kölner Dom!

Man kann ja wohl sagen, und im Kriege haben wir es auch erlebt, daß es das Wort „unmöglich" in der deutschen Technik nicht gibt. Aber wir wollen doch auch nicht vergessen, daß es im Kriege nicht auf den Kostenpunkt ankam, der hier eine sehr bedeutende Rolle spielt. Einrichtungen, welche die Windräder selbsttätig in die jeweils günstigste Lage bringen — Selbstdreher bei La Cour — sind notwendig und im großen schwierig und teuer. Ferner sind „Selbstzwicker" — so von La Cour benannt — erforderlich, die die Windräder wie einen ganz oder teilweise zusammengeklappten Regenschirm verkleinern, wenn die Windstärke zu groß wird. Für alles dies sind Vorschläge gemacht; man möchte aber gern einmal eine Rentabilitätsberechnung sehen.

Die Hauptfrage aber bleibt immer offen: Was geschieht in Zeiten der Windstille oder in Zeiten so starken Windes, daß die Selbstzwicker einsetzen und die Energieabgabe schmälern? Man kann dem Verfasser nur recht geben, wenn er sagt: „Ein Windkraftwerk ist nur da wirtschaftlich zu verwerten, wo die gesamte zur Verfügung stehende Windkraft von einem großen Versorgungsnetz aufgenommen werden kann." — Gewiß! Aber das wird immer schwieriger, je größer die Leistung des Windkraftwerkes ist.

Das Heftchen — 82 Seiten Oktav — ist leicht faßlich geschrieben und kann allen, denen an Windkraft gelegen ist, aufs beste empfohlen werden. G. Rasch.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Deutscher Elektroaußenhandel 1934[1]). — Die deutsche Elektroausfuhr betrug im Jahre 1934 226,4 Mill RM (Zahlentafel 1). Gegenüber dem Vorjahr ist sie um 22,5

[1]) ETZ 1934, S. 1143.

Zahlentafel 1. Deutscher Elektro-Außenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr 1932 1000 RM	Ausfuhr 1933 1000 RM	Ausfuhr 1934 1000 RM	Ant. a. d. Ges.-El.-Ausfuhr 1932 %	1933 %	1934 %	Einfuhr 1932 1000 RM	Einfuhr 1933 1000 RM	Einfuhr 1934 1000 RM	Ant. a. d. Ges.-El.-Einfuhr 1932 %	1933 %	1934 %
907 a	Lichtmaschinen, Lichtzündmaschinen usw.	6 030	3 700	4 071	1,7	1,5	1,8	95	121	62	0,4	0,5	0,2
b—g	Elektr. Maschinen	59 622	28 188	23 520	16,9	11,3	10,4	3 174	4 559	3 674	12,4	17,1	13,3
h	Anker, Kollektoren[1])	6 032	3 300	2 624	1,7	1,3	1,2	174	89	88	0,7	0,3	0,3
	zusammen Maschinen	**71 684**	**35 188**	**30 215**	**20,3**	**14,1**	**13,4**	**3 443**	**4 769**	**3 824**	**13,5**	**17,9**	**13,8**
908 a, b	Akkumulatoren	7 384	3 380	2 417	2,1	1,3	1,1	124	199	275	0,5	0,7	1,0
909	Kabel	13 248	12 542	10 774	3,7	5,0	4,8	365	422	1 160	1,4	1,6	4,2
890 a	Isolierter Draht für die Elektrotechnik	10 402	9 134	9 740	2,9	3,7	4,3	560	492	826	2,2	1,8	3,0
	zusammen Kabel u. Draht	**23 650**	**21 676**	**20 514**	**6,6**	**8,7**	**9,1**	**925**	**914**	**1 986**	**3,6**	**3,4**	**7,2**
910 a—c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	1 552	1 347	1 185	0,4	0,6	0,5	225	156	231	0,8	0,6	0,8
911 a, b	Glühlampen	11 646	10 827	9 535	3,3	4,3	4,2	3 837	3 897	4 106	15,1	14,6	14,8
912 A 1, 2	Telegraphie und Telephonie mit Draht	20 980	13 850	12 597	5,9	5,6	5,5	1 103	706	445	4,4	2,7	1,6
A 3	Drahtlose Telegraphie und Telephonie	44 204	29 402	26 936	12,5	11,8	11,9	6 595	8 127	8 694	26,0	30,4	31,4
A 4	Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtungen	26 033	19 748	17 883	7,4	8,0	7,9	1 164	1 338	1 431	4,6	5,0	5,2
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügeleisen	8 360	7 527	7 208	2,3	3,0	3,2	636	350	264	2,5	1,3	0,9
D	Röntgenröhren	3 181	3 051	3 319	0,9	1,2	1,5	407	355	348	1,6	1,3	1,3
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör für Motorfahrzeuge	14 035	10 966	10 185	3,9	4,4	4,5	1 024	724	511	4,0	2,7	1,8
F 1	Sicherungs- u. Signalapparate, Läutewerke	6 067	3 989	3 497	1,7	1,6	1,5	130	80	139	0,5	0,3	0,5
F 2	Schaltapparate, nicht bes. benannte Vorrichtungen f. Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	78 347	55 668	51 050	22,2	22,4	22,5	3 723	3 390	3 674	14,7	12,7	13,3
F 3	Elektromedizin	9 901	9 101	8 815	2,8	3,7	3,9	1 078	686	666	4,2	2,6	2,4
F 4	Galvanische Elemente	3 884	2 503	1 930	1,1	1,0	0,9	21	8	18	0,1	0,0	0,0
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan[2])	.	.	.	.	.	.	9	5	19	0,0	0,0	0,1
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	319	321	337	0,1	0,1	0,2	1	—	1	0,0	—	0,0
F 7	Isolierröhren f. el. Leitungen aus Papier oder Pappe in Verb. m. unedlem Metall (Bergmannrohr)[3])	1 304	992	1 135	0,4	0,4	0,5	.	.	.	.	.	.
648 a—e	Kohle für die Elektrotechnik	11 500	11 046	10 379	3,3	4,5	4,6	[4]) 401	523	468	1,6	2,0	1,7
733 a	Porzellanisolatoren	2 362	1 935	1 906	0,7	0,8	0,8	—	—	—	—	—	—
906 D 15	Staubsauger	4 729	4 003	3 437	1,3	1,6	1,5	535	435	515	2,1	1,6	1,9
915 b 4	Elektrokarren[3])	537	214	68	0,2	0,1	0,0	—	—	—	—	—	—
795 a, b	Anderes Isolierrohr (Stahl-, Peschel-,	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
799 f	Schlitzrohr[3])	2 039	2 084	1 810	0,6	0,8	0,8	. —	.	.	.	.	.
783 c, 799 c	Teile von Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907a bis 911 b aus schmiedbarem u. nicht schmiedbarem Guß[2])	.	.	.	.	.	.	54	44	74	0,2	0,2	0,3
	Unvollständig angemeldet	21	46	29	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—
	insgesamt	**353 809**	**248 884**	**226 387**	**100**	**100**	**100**	**25 438**	**26 706**	**27 889**	**100**	**100**	**100**

[1]) Ausfuhr: auch andere Teile. — [2]) Nur für die Einfuhr. — [3]) Nur für die Ausfuhr. — [4]) 648 a—d.

Digitized by Google

Zahlentafel 2. Deutsche Elektro-Ausfuhr nach Ländern.

Absatzländer	1932	1933	1934	Anteil a. d. Gesamt-Elektro-Ausfuhr 1932	1933	1934
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Europa	307 126	202 161	183 121	86,8	81,3	81,0
Afrika	6 030	4 971	4 836	1,7	2,0	2,1
Asien	20 338	17 215	17 406	5,8	6,9	7,7
Nord- u. Mittelamerika	4 604	4 498	3 032	1,3	1,8	1,3
Südamerika	14 443	18 953	17 028	4,1	7,6	7,5
Australien	1 267	1 041	937	0,3	0,4	0,4
Nicht ermittelt	1	25	27	0,0	0,0	0,0
Insgesamt	353 809	248 864	226 387	100	100	100
Wichtige Länder in Europa[1]):						
Niederlande	36 561	33 197	30 908	10,4	13,3	13,3
Frankreich	31 211	23 670	17 344	8,8	9,5	7,7
Schweden	17 881	14 394	16 016	5,1	5,8	7,1
Italien	18 372	13 759	15 964	5,2	5,5	7,1
Belgien-Luxemburg	16 701	14 787	12 468	4,7	5,9	5,5
Schweiz	21 311	14 025	11 972	6,1	5,6	5,3
Großbritannien	14 531	11 811	10 975	4,1	4,7	4,9
Spanien	7 103	6 837	6 758	2,0	2,7	3,0
U.d.SSR.	75 834	18 813	6 594	21,5	7,6	2,9
Dänemark	6 573	5 970	6 564	1,9	2,4	2,9
Norwegen	7 793	6 386	6 553	2,2	2,6	2,9
Tschechoslowakei	10 490	6 131	6 096	2,9	2,5	2,7
Saargebiet	5 105	4 998	5 711	1,4	2,0	2,5
Österreich	7 205	4 897	4 990	2,0	2,0	2,2
Finnland	5 115	3 647	3 838	1,5	1,5	1,7
Polen—Danzig	4 710	3 944	3 586	1,2	1,6	1,6
Rumänien	3 635	2 666	3 073	1,0	1,1	1,4
Griechenland	3 884	1 483	2 387	1,1	0,6	1,1
Portugal	1 784	2 006	2 244	0,5	0,8	1,0
Irischer Freistaat	1 936	1 522	2 162	0,5	0,6	1,0
Jugoslawien	2 427	2 030	1 567	0,7	0,8	0,7
Ungarn	1 710	1 150	1 272	0,5	0,5	0,6
Lettland	1 185	1 005	1 115	0,3	0,4	0,5
Bulgarien	1 397	880	940	0,4	0,4	0,4
Litauen	1 528	1 027	886	0,4	0,4	0,4
Estland	742	707	651	0,2	0,3	0,3
Island	204	267	328	0,1	0,1	0,2
Sonstige	198	152	159	0,1	0,1	0,1
Zus. Europa	307 126	202 161	183 121	86,8	81,3	81,0
Wichtige Länder in Übersee[1]):						
Argentinien	8 638	10 277	9 391	2,4	4,1	4,1
Brit.-Indien	4 207	2 990	3 990	1,2	1,2	1,8
China	4 482	3 810	3 932	1,3	1,5	1,7
Brasilien	1 561	2 301	3 451	0,5	0,9	1,5
Türkei	2 383	2 507	2 823	0,7	1,0	1,2
Japan	3 663	3 563	2 395	1,1	1,4	1,0
Brit.-Südafrika	2 119	2 078	2 254	0,6	0,8	1,0
Uruguay	2 086	4 383	2 152	0,6	1,8	0,9
Niederl.-Indien	3 348	2 218	2 090	0,9	0,9	0,9
U.S.A.	2 412	1 909	1 512	0,7	0,8	0,7
Ägypten	2 214	1 394	1 314	0,6	0,6	0,6
Mexiko	1 029	1 221	914	0,3	0,4	0,4
Austral. Bund	1 167	896	844	0,3	0,4	0,4
Palästina	485	767	824	0,1	0,3	0,4
Chile	555	528	754	0,2	0,2	0,3
Persien	371	539	601	0,1	0,2	0,3
Columbien	493	714	549	0,1	0,3	0,2
Französ.-Marokko	649	465	429	0,2	0,2	0,2
Peru	315	218	298	0,1	0,1	0,1
Venezuela	609	290	234	0,2	0,1	0,1
Kanar. Inseln	265	229	173	0,1	0,1	0,1
Siam	602	129	144	0,2	0,1	0,1
Philippinen	317	188	130	0,1	0,1	0,1
Canada	297	276	116	0,1	0,1	0,1
Cuba	265	170	111	0,1	0,1	0,0
Syrien u. Libanon			163			0,1
Sonstige	2 151	2 643	1 738	0,4	1,0	0,7
Zus. Übersee	46 683	46 703	43 266	13,2	18,7	19,0

[1]) geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1934.

Mill RM oder 9 % zurückgegangen, unter Berücksichtigung der Preisveränderung dürfte der prozentuale Rückgang etwas geringer sein. Die schon im Septemberbericht erwähnte Verlangsamung der rückläufigen Bewegung der deutschen Ausfuhr gegenüber den Vorjahren hat sich fortgesetzt. Die saisonmäßige Zunahme gegenüber dem 3. Vierteljahr ist 1934 größer als in den Jahren 1932 und 1933, wenn auch die Ausfuhr des Vorjahres noch nicht wieder erreicht ist, obschon, wie die Ausfuhrentwicklung der übrigen Länder zeigt, wieder ein wachsender Bedarf an Elektroerzeugnissen auf dem Weltmarkt vorhanden ist. Die Welt-Elektroausfuhr des Jahres 1934 dürfte rd. 860 Mill RM erreichen und damit rd. 3 % über dem Wert von 1933 liegen; Deutschland lieferte davon 26,4 % gegenüber 30 % im Jahre 1933.

Eine Zunahme gegenüber dem Vorjahr ist eingetreten u. a. bei der deutschen Ausfuhr von Kleinmaschinen, isolierten Drähten, Röntgenröhren. In den übrigen Gruppen ging die Ausfuhr zurück, und zwar am stärksten bei Akkumulatoren und Elementen (— 26 %) und Elektrokarren (— 68 %). Bei Maschinen, Kabeln und Glühlampen liegt der Rückgang zwischen 16 und 12 %, bei den übrigen Gruppen in der Nähe oder unter dem Durchschnittsrückgang der Gesamtausfuhr.

Die Betrachtung der geographischen Verteilung der deutschen Ausfuhr (Zahlentafel 2) zeigt nach Europa, Südamerika und Australien ungefähr die gleiche Entwicklung wie für die Gesamtausfuhr. Nach Asien ist eine geringe Zunahme (+ 1,1 %), nach Afrika eine geringe Abnahme (— 2,7 %), zu verzeichnen; am ungünstigsten hat sich die Ausfuhr nach Nord- und Mittelamerika entwickelt (— 32,6 %).

Der Rückgang nach Europa ist nach wie vor z. T. auf den Ausfall des Rußlandgeschäfts (— 65 %) zurückzuführen. Europa ohne Rußland hat seine Aufnahme an deutschen Elektroerzeugnissen gegenüber dem Vorjahr um 3,7 % beschränkt, wobei die größten Einbußen nach Frankreich (— 26,7 %), Belgien-Luxemburg (— 15,7 %), Schweiz (— 14,6 %), Polen-Danzig (— 9,1 %), Litauen (— 13,7 %), Jugoslawien (— 22,8 %) zu verzeichnen sind. Die Niederlande und Großbritannien nahmen rd. 7 % weniger, Spanien und die Tschechoslowakei fast die gleichen Mengen wie im Vorjahr auf, nach Italien, den nordischen Ländern, dem Balkan (außer Jugoslawien), Österreich, Ungarn, Irland, Lettland und Portugal konnte die Ausfuhr gesteigert werden.

In Übersee stieg die Ausfuhr vor allem nach einer Reihe asiatischer Länder, wie Britisch-Indien (+ 33,4 %), China (+ 3,2 %), Türkei, Palästina, Persien, Siam, ferner nach Brasilien (+ 50 %), Chile, Peru, Britisch-Südafrika. Nach den übrigen Ländern konnte die Ausfuhr nicht gehalten werden, und zwar liegen die Einbußen unter 10 % bei der Ausfuhr nach Argentinien, Niederländisch-Indien, Ägypten, Französisch-Marokko, dem Australischen Bund. Wesentlich stärker war der Rückgang nach Nord- und Mittelamerika und vor allem nach Japan, Columbien, Uruguay, Venezuela.

Zahlentafel 3. Deutsche Elektro-Einfuhr aus einzelnen Ländern.

Herkunftsländer[1])	1932	1933	1934	Anteil a. d. Gesamt-Elektro-Einfuhr 1932	1933	1934
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Niederlande	5 545	7 762	9 003	21,8	29,1	32,5
Ungarn	2 623	2 793	3 199	10,3	10,5	11,5
Schweiz	2 523	3 904	2 367	9,9	14,6	8,5
Saargebiet	1 190	974	2 064	4,7	3,7	7,5
U.S.A.	2 676	2 080	1 939	10,5	7,8	7,0
Österreich	2 262	1 656	1 878	8,9	6,2	6,8
Belgien—Luxemburg	868	832	1 401	3,4	3,1	5,1
Tschechoslowakei	1 835	1 723	1 270	7,2	6,5	4,6
Großbritannien	1 223	917	925	4,8	3,4	3,3
Frankreich	1 178	903	826	4,6	3,4	3,0
Schweden	798	625	707	3,1	2,3	2,5
Dänemark	560	637	665	2,2	2,4	2,4
Italien	603	492	432	2,4	1,8	1,6
Norwegen	323	257	266	1,3	0,9	1,0
Sonstige	1 231	1 151	747	4,9	4,3	2,7
Insgesamt	25 438	26 706	27 689	100	100	100

[1]) geordnet nach der Größe der Einfuhr 1934.

Die Einfuhr (Zahlentafeln 1 und 3) betrug 27,7 Mill RM, von denen 60 % von den Gruppen Maschinen, drahtlose Telegraphie und Telephonie und Glühlampen bestritten wurden. Hauptlieferländer waren die Niederlande, Ungarn, Schweiz, Saargebiet und die V. S. Amerika, aus denen 67 % der deutschen Elektroeinfuhr bezogen wurden.

Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Zur Hebung des deutsch-amerikanischen Warenaustausches. — Die Amerikanische Handelskammer in Deutschland veranstaltet wöchentlich Besprechungen zwischen Importeuren und Exporteuren zur Hebung des deutsch-amerikanischen Warenaustausches. Bei der Hauptstelle in Berlin, Unter den Linden 56, finden die Besprechungen jeweils Freitags von 14 bis 17 h, und bei der Zweigstelle Frankfurt a. M., Haus Offenbach, Hohenzollernstraße 47, jeweils Mittwochs von 16 bis 18 h, statt. Die ersten Besprechungen haben schon zur Anbahnung wichtiger Geschäftsbeziehungen geführt. Die Teilnahme an den Besprechungen ist nicht auf die Mitglieder der Kammer beschränkt. Es können also auch am deutsch-amerikanischen Handel interessierte Persönlichkeiten aus dem Reich teilnehmen, die sich gerade während der Besprechungszeit in Berlin oder Frankfurt a. M. aufhalten. *Pm.*

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurde eingetragen: „Oko" (Batterien und Sicherheitslampen ohne Kontakt) G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb galvanischer Elemente und von damit betriebenen tragbaren elektrischen Lampen sowie Beteiligung an Fabrikation und Geschäften ähnlicher Art.

Abschluß des Heftes: 8. März 1935.

Für die Schriftleitung (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 21. März 1935** **Heft 12**

Staat und Technik*).

Von Staatssekretär Dr.-Ing. E. h. **W. Ohnesorge**, Berlin.

Deutsche Ingenieure, Volksgenossen!

Ich muß allem anderen vorausschicken, daß auch in den letzten Jahrzehnten vor der Machtübernahme durch Adolf Hitler, also in Zeiten, in denen das deutsche Wesen wurzellos geworden, in der Welt der Phrasen umherirrte und von der Welt der Tatsachen blutig geschlagen wurde, in denen ein scharf umrissener Begriff „Staat" zuletzt nur noch aus der Erinnerung herüberleuchtete, während in der Wirklichkeit deutschen Seins nirgendwo mehr eine nur nach wahren Gemeinschaftsregeln und Grundsätzen handelnde Staatsmacht zu verspüren war, daß auch in diesen Zeiten tiefsten deutschen Niederganges als eine der wenigen Ausnahmen der deutsche Ingenieur von der Staatsidee niemals ganz losgekommen ist. Es bestand also eine gewisse Verbindung zwischen Staat und Technik selbst damals. Bei der Wirrsal im allgemeinen Denken damaliger Zeit hat es sich freilich auch für den Ingenieur wohl mehr um eine Sache des Gefühls, entzündet an nationaler Trauer und fußend auf der Veranlagung zur Ordnung von Kräften und Massen, gehandelt, als um jene kristallklare Zielsetzung, wie sie seit 1919 durch Adolf Hitler im nationalsozialistischen Programm erfolgt ist. Aber der Ingenieur sprang wenigstens hundert- und aberhundertmal handelnd in die Bresche, wo die Masse dumpf und stumpf duldete. Ich brauche hier nur zu nennen: Technische Nothilfe, Beteiligung an den Freikorps, am Ruhrkampf, die besondere Ingenieurabteilung der NSDAP.

Als einen Fall handelnden Eintretens für den Staat habe ich z. B. jenen in der Geschichte bisher ungenannten Ingenieur zu feiern, der im Ruhrkampf als einzelner sich dem Gewaltregiment der eingedrungenen feindlichen Truppen entgegenwarf. Während kein Regierungsprotest und keine Gewerkschaftsresolution die fremde Einbruchbehörde hinderte, auf dem Rhein-Herne-Kanal Tausende und aber Tausende Tonnen Ruhrkohle abzutransportieren, griff dieser Held entschlossen den Kanal selbst an seiner verwundbarsten Stelle an. Just dort, wo die Kanalwasser über das Bett des Emscher Flusses hinweggeführt werden, bohrte er den Kanal an und versenkte die Sprengkapseln. Sieben lange Nachtstunden verbrachte er ganz allein im eisigen Wasser, während der Freund am Ufer Posten stand. Als der Morgen des kalten Vorfrühlingstages graute, war das Werk vollbracht, seine Beine aber zu Eis erstarrt und bewegungsunfähig. Der Freund mußte ihn ans Ufer ziehen. Und als dann das wartende Auto anfuhr, flog im Donner die Kanalsohle in die Luft. Wenige Stunden später war der Kanal in die darunter fließende Emscher ausgelaufen und hatte das an dieser liegende feindliche Lager überschwemmt. Monatelang aber blieben die Beine des Tapferen gelähmt. Das war die glorreiche Tat eines deutschen Ingenieurs für den Staat!

Es ist erklärlich, meine Volksgenossen, daß bei dem beherzten Eintreten, das deutsche Ingenieure schon für den Staat alter Prägung bewiesen haben, in der deutschen Ingenieurschaft, in der deutschen Technik alle Voraussetzungen gegeben sein müssen, um jene Vertiefung der Staatsidee aufzunehmen, die das Programm Adolf Hitlers fordert.

Meine Volksgenossen, wir sind es als Nationalsozialisten gewöhnt, die Zielsetzung für die neue Zeit vorzunehmen unter Hinweis auf die Tief- und Katastrophenpunkte der vorangegangenen Zeit: Nun, es ist wohl die denkwürdigste Ausschußsitzung im Deutschen Museum gewesen, jene vom Jahre 1931, in der Oswald Spengler das Hauptreferat hielt über das Thema: Mensch und Technik! Der große Geschichtsdiagnostiker glaubte aus der Krankheitsgeschichte des deutschen Volkes, die damals unzweifelhaft vorlag, und aus der gleichlaufenden Krankheitsgeschichte der Technik den vernichtenden Ausblick auf die Zukunft ziehen zu müssen. Er sieht den Lauf der menschlichen Technik, die wesentlich verschieden ist von der Gattungstechnik der Tiere, die bewußt, willkürlich veränderlich und erfinderisch ist und deren Schöpfungen nicht nur den Notwendigkeiten des Daseinskampfes, sondern auch der Befriedigung des inneren, des kulturellen Dranges dienen, er sieht den Lauf dieser Technik sich vollenden. Sie nahm ihren Anfang in den Urzuständen der Menschheit, bei dem einsam horstenden Menschen, der sich seine Waffen im Kampf mit der Natur und den anderen Lebewesen, im Kampf um Beute anfertigte. Sie hatte ihr zweites Entwicklungstadium mit dem Tun zu Mehreren, dem planmäßigen Tun, unter Trennung der Tätigkeiten des Denkens und der Hand, unter Scheidung zwischen Führerarbeit und ausführender Arbeit, in dem ersten Auftreten organisierter Arbeit. Und sie ging in ihre dritte und letzte Epoche mit dem Auftreten der technischen Erfindungen, welche die Natur zu vordem nie gekannten Arbeitsleistungen von Millionen, ja Milliarden Pferdekräften zwangen und damit — seit dem 18. Jahrhundert — die Arbeit der Hände scheinbar — wenigstens nach Oswald Spengler — zu einem Unwesentlichen stempelten, die den scharfen Gegensatz zwischen Unternehmertum und Arbeitnehmer schufen. Und hierin nun sieht Spengler den Anfang zum Ende: Nicht nur der Arbeiter, auch der Unternehmer ist der Maschine, die aus dem menschlichen Dasein nicht mehr wegzudenken ist, verfallen, ist ihr Sklave. Die Maschine zwingt beide in ihre Bahn. Die Mechanisierung der Welt gelangt damit in ein Stadium gefährlichster Überspannung. Der Arbeiter haßt die Maschine, den erbarmungslosen Antreiber, und berauscht sich am Gedanken seiner eigenen Zahl, am Begriff der Masse. Anderseits beginnt das faustische Denken, dem doch die Erfindungen entsprungen sind, der Technik satt zu werden. Man möchte aus dem Zwang seelenloser Tätigkeiten heraus. Die Flucht des geborenen Führers vor der Maschine in andere Gebiete des Wissens und der wissenschaftlichen Spekulation beginnt. Bald würden — so sah es damals aus und so folgerte Spengler — nur noch Talente zweiten Grades verfügbar sein. Hinzu kommt der Verrat am eigenen Werk, an der Technik selbst, indem blinder Wille zur Macht, das heißt blinde Gier nach Geld, die am Ende des 19. Jahrhunderts vor allem das langsam hochkommende Judentum großgezüchtet hat, den Export der Technik selbst an die bisher mit ihrer Hilfe beherrschten, an die primitiven Völker betreibt. Die Industriezerstreuung setzt ein. Hierin liegt nach Spengler der letzte Grund der Arbeitslosigkeit in den europäischen Ländern, die Arbeitslosigkeit, die für ihn schon keine Krise mehr, sondern der Beginn der Katastrophe ist. Für die primitiven

*) Vortrag beim Messetreffen der Technik am 10. März 1935 in Leipzig.

Digitized by Google

Völker aber entspringt die Technik nicht dem faustischen Denken, ist sie kein inneres Bedürfnis, sondern nur die Waffe gegen den faustisch empfindenden Europäer und dessen Zivilisation. Der Primitive wird diese Waffe wegwerfen, wenn sie ihren Zweck erfüllt hat. So muß sich nach Spengler mit dem Schicksal des faustischen Menschen auch der Lauf der Technik erfüllen. Spengler schloß etwa: Die Gefahr ist so groß geworden, für jeden einzelnen, jede Schicht, jedes Volk, daß es kläglich ist, sich etwas vorzulügen. Die Zeit läßt sich nicht anhalten, es gibt keine weise Umkehr. Nur Träumer glauben an Auswege. Optimismus ist Feigheit!

„Der Untergang der Technik" — diese Überschrift hätte Spengler ebensogut für seine Ausführungen wählen können, denen Staatsmänner der damaligen Zeit, Wirtschaftler und Ingenieure lauschten. Und kein Sturm der Entrüstung vermochte sich zu erheben. Denn der Zustand der technischen Wirtschaft in den deutschen Ländern damals bot den Ausführungen des Redners eine nur zu sehr hinreichende Beweisgrundlage. Fabriken, ganze Werke mußten schließen. Riesenhallen, in denen Hunderte von Werkzeugmaschinen gearbeitet hatten, standen öde und leer. Unternehmungen mit Jahrhunderte alter Tradition gingen ein, vom Gelde gefressen. Kaum ein Industrieller konnte das Schicksal seines Unternehmens über den nächsten Winter vorausbestimmen. Um nur einen Zweig der Technik, die Automobilindustrie, herauszugreifen, so waren deren Absatzziffern gefallen von 97 000 Kraftwagen im Jahre 1930 auf 69 000 im Jahre 1931 und 48 000 im Jahre 1932. Die Fabrikationsmenge neuer Wagen blieb noch hinter dem natürlichen Abgang zurück. Ähnlich sah es auf allen anderen Gebieten aus. Und während der Export immer mehr und mehr schrumpfte, starrte man doch nur hypnotisiert auf den Welthandel, erklärte jeden, der mal das Wort Autarkie in die Debatte warf, als verstiegenen Idealisten und wartete nur auf ein Wunder: den Umkehrpunkt im Welthandel! Das war das Schlimmste von allem: das Selbstbewußtsein begann aus den Kreisen der deutschen Industrie und Unternehmerschaft zu entschwinden. Nicht mit Unrecht hat Spengler den Beteiligten den Spiegel vorgehalten. Dieser gab durchaus kein Zerrbild, sondern spiegelte schon den wahren Zustand wider. Nur die Prognose, die Spengler stellte, war verfehlt; der Geschichtsforscher hatte in der Wirtschaftsgeschichte des maschinellen Zeitalters nichts entdeckt, was einem Bruch, einem Unstetigkeitspunkt in der Linie des Aufstiegs und des daran anschließenden Abstiegs gleichsah. Deswegen war für ihn ein solcher Unstetigkeitspunkt, gekennzeichnet etwa durch das Eingreifen einer gewaltigen Persönlichkeit, nicht denkbar. Und so fand der Mann reiner Tatsachenbetrachtung keine andere Lösung als den Mahnruf zum Stillhalten und zur Würde im Untergang! Diese Lösung war falsch, denn die Persönlichkeit, die die Wendung bringen konnte, war damals schon da, wenn auch verkannt und bekämpft.

Ich möchte nicht weiter auf die einzelnen Entgegnungen eingehen, die Spengler aus der Versammlung erhielt. Sie konnten im Grunde auch nichts besagen, sondern nur die Hoffnung aussprechen, daß es so schlimm nicht kommen werde.

Diese denkwürdige Tagung im Deutschen Museum 1931 gab tatsächlich das charakteristische Abbild vom Zustand sowohl von Staat wie von Technik zu damaliger Zeit. Beide sahen dem Untergang entgegen, Staat wie Technik. Kein Sturm einer glühenden Menschenbrust unter den Verantwortlichen erhob sich gegen das drohende Schicksal! Die Führung des Staates wußte nichts anderes als von Vierteljahr zu Vierteljahr die Stimmenverhältnisse im Parlament, also die Meinung der Geführten, zu Rate zu ziehen. Die Leitung des Deutschen Museums, der stolzen Sammlung deutscher technischer Hochleistungen, wußte nichts anderes, als durch den Vortrag Spenglers auf das Unvermeidliche hinweisen zu lassen! So sah es in Staat und Technik vor der Machtübernahme durch Adolf Hitler aus: Man war am Tiefpunkt angelangt.

Wir können aus diesem Gleichlauf von staatlicher und technischer Entwicklung bis zum Jahre 1933 gleich eines für die Zielsetzung der Zukunft festlegen: Nach dem Untergang der alten Reichsorganisation 1918, als die Verantwortungsunfähigen und „Unbeschwerten" an die Regierung kamen, die nun das von ihnen selbst versprochene goldene Zeitalter bringen sollten und die doch anderseits jede staatliche Machtentfaltung abgeschworen hatten, da wurde zur Lösung des deutschen Problems nach der Wirtschaft und der Technik gerufen, die von sich aus die Rettung bringen sollten. Weder Wirtschaft noch Technik haben es vermocht. Die furchtbare Macht der äußeren Feinde ließ sie nach außen nicht zur Entfaltung kommen, und im Innern des Landes herrschte mit Demokratie und Kommunismus der Zug zum Primitiven, der Zug gegen Unternehmergeist und Erfindertrotz. Der faustische Zug im Innern des deutschen Menschen überhaupt war — das war das allerschlimmste — im Erlöschen, denn dieser Charakterzug ist nicht auf Erfinder und Techniker beschränkt, sondern tritt bei ihnen nur als Teilerscheinung eines allgemeinen unstillbaren Hungers im Volke und seinen Führern nach Größe und ewigen Werten auf. Wann aber haben wir diesen Hunger bei den damals Maßgeblichen feststellen können?

So haben wir es als feststehend anzusehen, daß die Technik von sich aus keinen eigenen Aufstieg erzwingen oder gar dem Staat zu solchem verhelfen kann. Aber sie wird sich willig dem Aufstieg des Staates anschließen, die Werkzeuge und Waffen dazu dem Staate liefern, wenn dieser wieder beseelt ist von dem gewaltigen Wollen eines Großen, der aller Grenzen spottet, der das Ewige, Unendliche zum Ziel hat.

Und nie ist es in der Geschichte der Technik anders gewesen. Die Technik hat immer die Wesenszüge dessen getragen, dem sie diente. Sie ist so alt wie das Menschengeschlecht und stellt sich seit dessen urältesten Zeiten als Taktik des Lebens dar, die der Mensch im Daseinskampf anwendet. Und so blieb es nach der Staatenbildung, nur, daß nicht mehr der einzelne Mensch, sondern der Staatslenker über den Einsatz der Technik für das Leben des Staates verfügte. Eine Abirrung ergab sich nur in jener Epoche, die mit der Französischen Revolution begann und für Deutschland mit dem Jahre 1932 schloß, wo die Parole des Liberalismus, des „Enrichissez vous", menschlichem Leben das Ziel gab und staatliches Leben durchdrang. Das Geld trat in der zweiten Hälfte dieser Epoche als selbständige auch den Staaten und ihren Lenkern übergeordnete Macht auf. Und die Hilfe, die die Erfindungen des technischen Zeitalters leisteten, diente weniger den Interessen der Staaten als vielmehr denjenigen des Mammonismus und seiner Vertreter. Vom „Technischen Zeitalter" sprach man nur irrtümlicherweise, indem man das Symptom für die Ursache hielt, oder gar bewußt fälschlich, um die wahren Antreiber zu tarnen.

Nun ist das deutsche Volk, Gott sei es gedankt, vom Mammonismus befreit, dessen Außenposten mit dem Verlust des Weltkrieges freilich gleichfalls verlorengingen. Das mammonistische oder — wenn wir der früheren irrtümlichen Terminologie folgen wollen — das technische Zeitalter ist zu Ende. Aber noch stehen die Fabriken und Maschinen mit ihrer alten Kapazität, die für gewaltige Lieferungen über den deutschen Lebensraum hinaus berechnet war und im Grunde weit über den Bedarf des eigenen Volkes hinausgeht. Die weiten Schichten des deutschen Volkes sind an die Erzeugnisse dieser Technik als an die Segnungen europäischer Kultur gewöhnt, deren Ablehnung ohne tiefgehende geistige und seelische Vorbereitung den ersten Schritt zum Primitivismus mit allen seinen kulturzerstörenden Folgen bedeuten würde. Hierauf war bei der Zielsetzung für die Technik im neuen Reiche Adolf Hitlers ebenso Bedacht zu nehmen wie auf das Wesen dieses neuen Reiches selbst.

Wer aber wollte heute, nachdem schon zwei Jahre der Lenkung des deutschen Volkes und Reiches durch den Führer vorliegen, nachdem jeder die durch seinen Willen bewirkte gewaltige Umwälzung auf allen Gebieten völkischen, staatlichen und wirtschaftlichen Lebens in greifbaren Ergebnissen und nackten Zahlen vor sich sehen kann, wer kann noch zweifeln, daß dem großen Führer diese Zielsetzung auch für die Zukunft gelingen wird? Die verloren gewesenen faustischen Kräfte sind ja wieder da. Sie sind in einer bisher in der deutschen Geschichte nie gekannten Fülle zusammengeballt in dieser einen gewaltigen Führerpersönlichkeit Adolf Hitlers, die mit ihrem Streben und Wollen alle Lebens- und Tätigkeitsgebiete ihres Volkes durchforscht und umfaßt.

Eine Urkraft von wahrhaft unzerstörbarem Ewigkeitswert beseelt diesen Führer: der Glaube an sein Volk, an dessen ewige hohe Werte, die sich in einer zweitausendjährigen Geschichte voll schwerster Prüfungen und Gefahren immer wieder bewährt und durchgesetzt haben. Wer die Gewalt dieser den Führer so ausschließlich bestimmenden und beseelenden Kraft und zugleich sein eigenes tieffaustisches Wesen kennenlernen will, der sehe ihn bei seinen großen Reden, wie sie unlängst am 4. I. 1935 im Berliner Opernhaus oder am 24. II. im Münchener Hofbräuhaus alle Zuhörer wieder in ihren Bann rissen. Es ist der gleiche urgewaltige Glaube, wie er bisher in der Weltgeschichte nur wenige große Persönlichkeiten beseelte und zu nie vorausgeahnten Taten hinriß. Es ist der gleiche Glaube, den

Digitized by Google

Alexander der Große an seine Mission zur Welteroberung hatte, der dann auf die großen Römer und ihr Volk überging. Und es ist der gleiche Glaube, den Friedrich der Große in die deutsche Mission Preußens setzte. Und so auch wird der unzerstörbare Glaube Adolf Hitlers an sein deutsches Volk zur höchsten Auswirkung für dieses Volk und sein Schicksal kommen!

Dem Wesen des großen Führers entsprechend ist seine Zielsetzung für Staat und Technik: Der Urgrund des neuen Reichs, von dem alles abhängt, ist die Volksgemeinschaft, die seit Jahrhunderten von deutschen Denkern und Dichtern wohl ersehnt wurde, welche die letzteren in ihrer wahren Art und Tiefe aber nie erfaßt haben. Das Reich, der Staat, ist nur die Lebensform, welche die Volksgemeinschaft umschließt. Und die Technik hat für dieses Leben die Waffen und Werkzeuge zu stellen, die viel gewaltiger ausfallen müssen als alle Männer und Geschlechter vor Adolf Hitler es nur ahnen konnten, weil eben das Leben dieses neuen Reichs, das Leben des deutschen Volkes ein so viel gewaltigeres werden wird, unter diesem Führer. Und nun vergleichen Sie, meine Volksgenossen, hiermit die uns bereits vom Führer gestellten technischen Aufgaben: Welche von den Vorgängerregierungen hätte auch nur im entferntesten an den Bau der gewaltigen Autostraßen zu denken gewagt, die nun schon auf einzelnen Strecken fertiggestellt sind, auf anderen der Vollendung entgegen gehen? Wer hätte vor Adolf Hitler ernsthaft an die landwirtschaftliche Siedlung denken mögen, die die ganze Struktur des deutschen Volkes von Grund aus zu ändern bestimmt ist?

Dazu das Problem der Schaffung von neuen Rohstoffen auf allen den Gebieten, hinsichtlich deren wir bisher vom Auslande abhängig waren! Wahrlich, wir beneiden die Chemiker, daß sie vom Führer so in die vorderste Reihe der Kämpfer gestellt worden sind. Von der Luftfahrt, der Motorisierung des Verkehrs und der Schaffung des Volkswagens ganz zu schweigen! Hat doch schon der Fall des Volksrundfunkempfängers, an und für sich keine besondere technische Leistung, bewiesen, welch tiefgehende Wirkung eine mit aller Wucht vorgetragene Neuerung für einen bestimmten Zweig der Technik auszuüben vermag, selbst wenn scheinbar die Freiheit technischer Entwicklung dadurch gehemmt wird. Um wieviel gewaltiger und tiefer wird bei ihrer großen Schwierigkeit die Lösung des Problems nach einem Volkskraftwagen auf die Automobilindustrie sich bemerklich machen.

Weitere Daten möchte ich hier nicht besonders aufführen, wiewohl fast alle neueren technischen Errungenschaften, die in diesen beiden Jahren an das Licht der Öffentlichkeit getreten sind, ihren Beginn mehr oder weniger Anregungen des Führers verdanken. Und doch stehen wir mit all diesen Problemen nach des Führers eigenen Worten erst am Beginn der neuen Entwicklung, „was wir in den zwei Jahren schufen, ist erst die Ankündigung dessen, was einmal sein wird". Ich aber kann für den schmalen Sektor meines eigenen Verwaltungsgebiets bezeugen, wie allgemein in der deutschen Menschheit — am Vorbild des Führers entzündet — faustisches Streben wieder erwacht und Probleme und erfinderische Gedanken in alter Fülle wieder in Erscheinung treten.

Meine Herren Ingenieure! Wer so wie Sie vom Führer an die Front gerufen wird, der hat dies zu vergelten mit größter Dankbarkeit und verständnisvollstem Einfügen in die Ideenwelt des Führers und des Nationalsozialismus. Dadurch schon ist die idealistische Synthese Staat—Technik gegeben. Das Zusammenstehen aller Schaffenden in engster Kameradschaft ergibt den festen Knochenbau der Volksgemeinschaft.

Mehr wie für jeden anderen Stand bedeutet aber noch für den Ingenieur auch berufsmäßig die Schaffung und Erhaltung der Volksgemeinschaft eine notwendige Voraussetzung. Dein Werk, deutscher Ingenieur, kann nie vollendet ausfallen, wenn nicht auch das Geringste daran mit vollem verantwortlichem Ernst und mit Freude an diesem Werk geleistet wird, du aber weißt am besten aus deinen Notzeiten, wie notwendig deutsche unübertroffene Qualitätsarbeit ist für die Hebung der deutschen technischen Wirtschaft, vor allem für die Hebung des deutschen Exports — wie notwendig aber auch für dein eigenes Hochgefühl restlos erfüllter Pflicht. So ist es die unabweisbare Aufgabe der deutschen Technik, für die engste Kameradschaft in den Arbeitsbetrieben zu sorgen und sich jedem, auch dem geringsten Mitarbeiter als Volksgenossen kameradschaftlich verbunden zu fühlen. Es ist ferner klar, daß der gewaltigen mitreißenden Aufgabenstellung seitens des Führers von unserer Seite der festeste Wille und eine nicht abzutötende Zähigkeit in der Überwindung der Widerstände zur Seite treten muß. Das große faustische und schöpferische Wollen unseres Führers strahlt in reicher Fülle auf alle Volksgenossen aus, und in der Brust deutscher Ingenieure vor allem muß und wird sein Werben Widerhall finden. Wie lautete der Ausspruch des Führers auf der diesjährigen Automobilausstellung? „Die Frage des deutschen Volkswagens muß gelöst werden — und damit wird sie auch gelöst!" — und ich möchte hinzufügen sowohl nach der Richtung der Qualität wie des Preises!

Und nicht nur für diese Einzelfrage des Volkswagens, nein, auch für die Stellung der technischen Gesamtwirtschaft, für ihre Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt wird nach allen Beispielen, die wir im beruflichen und politischen Leben von Gemeinschaftssinn und Kameradentreue erleben durften, gerade die Pflege der Volksgemeinschaft und Kameradschaft Ihnen große Dienste und vielleicht schneller als noch so zäher Erfinderwille den Erfolg bringen. Lassen Sie, meine Herren Ingenieure, den Arbeitskameraden nicht gleichgültig und stumpf an der Maschine stehen, suchen Sie, und wenn es nach den Versäumnissen früherer Jahre und Jahrzehnte auch viel Mühe kosten wird, sein Herz für Ihre eigene Person und sein Interesse für sein und Ihr gemeinsames Werk zu gewinnen und hell zu entfachen. Sein eigenes Nachdenken über seine Arbeit und sein fester Wille, diese ständig besser zu gestalten, werden Ihnen ein sicherer Garant für die Güte und Wohlfeilheit des Fabrikates werden als alle noch so sorgfältig ausgeklügelten Fabrikationskontrollen. Das Gefühl der Freundschaftsverpflichtung ist, weiß Gott, der stärkste Antrieb, den Sie einsetzen können, und dieser Antrieb muß sich letzten Endes auch für Ihre Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt zur Geltung bringen und wenigstens teilweise die Nachteile abstellen können, die unserer Industrie aus der wirtschafts- und währungstechnischen Begünstigung der anderen Länder erwachsen. Aber, meine Herren Ingenieure, glauben Sie ja nicht, daß Gemeinschaftsgefühl und Gemeinschaftsgeist durch schöne Reden allein zu erzeugen sind. Man muß als Nationalsozialist ja derartige Wortprägungen heutzutage zum Überdruß reichlich in Aufsätzen und Zeitschriften über sich ergehen lassen. Und die Geflissentlichkeit solcher Formulierungen schmeckt so leicht nach Mache. Lassen Sie das! Der deutsche Arbeiter und die deutsche Jugend haben in derartigen Dingen ein feines Empfinden! Aus Ihrem Wesen allein, meine Herren, im täglichen Umgang mit dem deutschen Menschen können Sie auf diesen wirken, und tieffreudig und beglückt müssen Sie auch die Rückwirkung im eigenen Innern spüren, wenn Ihr Gefühl echt war!

Fürwahr, deutsche Ingenieure, Sie haben — neben Ihren großen Berufsaufgaben — für den Führer, für das deutsche Volk und für die deutsche Technik die wundervolle Gelegenheit wahrzunehmen, durch Multiplizierung der Gefühls- und Willenskräfte die schädlichen und zersetzenden Wirkungen der Mechanisierung mehr als aufzuheben. Es stürzte die Maschine von selbst von der erkünstelten Herrscherhöhe, die sie im liberalistischen Zeitalter überheblich eingenommen hatte! Wir sind nicht mehr ihr Sklave! Es kommt wieder die verstehende Zusammenarbeit aller, die wissen und fühlen, um was es geht! Einer technischen Gesamtplanung und Umschichtung sind damit breite Straßen geebnet.

Meine lieben Volksgenossen, nicht eine Katastrophe der Technik war zu buchen, sondern die deutsche Technik ist nur befreit von der Maske, die die großen verlogenen Drahtzieher ihr angelegt hatten. Sie ist froh, daß ihr Name nicht mehr einer Periode der Geschichte unseres Landes aufgepreßt bleibt, für das diese Periode in dem abgetanenen Verlauf mit dem tiefsten Unglück abschloß!

Sie hat nie nach Sensationen gelechzt und ist glücklich, nun die Mitarbeiterin des großen Führers bei seinem stolzen Werk der Wiederaufrichtung der deutschen Nation geworden zu sein. Und sie hat das Glück, daß ihre Leistungen bei dem deutschen Führer eine besondere, stark bejahende Anerkennung finden. Ich bin auch sicher, meine Volksgenossen, daß über kurz oder lang diese besondere Stellung der deutschen Technik zum Führer schon äußerlich ihren weithin sichtbaren Ausdruck finden wird bei der als vordringlich erkannten Zusammenfassung aller technisch-wissenschaftlichen Forschung!

Liebe Volksgenossen und Ingenieure! Es machte am 24. II. im Hofbräuhaussaal in München auf alle anwesenden alte Kämpfer den tiefsten unvergeßlichen Eindruck,

Digitized by Google

als der Führer im Verlauf seiner Reden sich an die Schatten der Vergangenheit wandte und ihnen zurief:

„Ich kann allen denen, die heute noch mit stillen Hoffnungen in Deutschland herumirren, nur eins sagen: Ich bin in meinem Leben so oft Prophet gewesen und Ihr habt mir nicht geglaubt, sondern mich verlacht und verspottet. Ich will aber Prophet sein und Euch sagen: Ihr kehrt niemals mehr zurück! Das was heute ist, wird nimmer vergehen, und das, was war, wird niemals wieder sein."

Das ist der starke Trost, die Hoffnung und die Gewißheit für alle Deutschen, in welcher der Wiederaufbau der Nation nun erfolgt.

Wir Ingenieure aber, die wir mit an erster Stelle gerufen sind, diesem Werk unsere Erkenntnis, unser Können, unsere Energie hinzugeben, legen das Gelöbnis ab:

Auch Ihr Irrungen und Wirrungen über die deutsche Technik und ihr Schicksal kommt nie wieder, nie und niemals; denn unser ist der große Führer, ist Adolf Hitler!

Ein neues halbabsolutes Meßverfahren für Hochfrequenz-Starkströme.

Von Dipl.-Ing. R. Albrandt, Leningrad.

Übersicht. Nach einem kurzen Überblick über die bekannten Normalmeßgeräte für Hochfrequenz-Starkströme beschreibt der Verfasser eine von ihm ausgearbeitete Einrichtung für die Eichung und Prüfung von Hitzdraht- und Thermomeßgeräten für 5 bis 50 A und Frequenzen bis $1{,}5 \cdot 10^7$ Hz.

Das Verfahren beruht auf der Messung des in einer besonderen Windung induzierten Schwachstromes mittels Thermoelementes, wobei das Verhältnis zwischen dem zu messenden Strom und dem Sekundärstrom analytisch berechnet wird.

Infolge der raschen Erweiterung des Anwendungsgebietes der Hochfrequenzströme ist gleichzeitig auch die Notwendigkeit beträchtlich gestiegen, solche Ströme mit genügender Genauigkeit zu messen. Die Meßtechnik war jedoch bisher nicht imstande, der Wissenschaft und Industrie ein einfaches und zugleich verläßliches Meßinstrument für Ströme von einigen Ampere und einer Frequenz von über 10^6 Hz zur Verfügung zu stellen. Alle hierfür angewandten Instrumente, in erster Linie solche mit Thermoumformer, befriedigen nicht ganz, da sie — bei Niederfrequenz geeicht — zwar bei Mittelfrequenz und niedriger Radiofrequenz einwandfrei arbeiten, jedoch bei Frequenzen von 10^7 Hz aufwärts große Fehler geben. Die Hauptursache liegt in dem Anwachsen des Heizdrahtwiderstandes des Thermoelementes infolge Hautwirkung bei gleichzeitigem Vorhandensein einer beträchtlichen Metallmasse in der Nähe des Thermoelementes, wodurch dem letzteren eine Kapazität parallelgeschaltet wird.

Eine für die meisten Fälle vollkommen befriedigende Lösung bestünde darin, Meßinstrumente mit Thermoelement bei der Frequenz zu eichen, für die sie bestimmt sind. Die Eichung bei Hochfrequenz war jedoch bisher unmöglich, da die Meßtechnik bis zur neuesten Zeit über keine für eine solche Eichung geeigneten Normalinstrumente verfügte.

Als erster Versuch, ein geeignetes Instrument für genaue Messungen bei Hochfrequenz zu schaffen, ist das Hitzdrahtamperemeter von Broca[1]) anzusehen, das in der Folge auch für die technischen Instrumente für große Stromstärken als Grundlage diente. Jedoch kann dieses Instrument den Forderungen der Neuzeit nicht genügen. Als logische Fortsetzung der Idee Brocas erschien ein von Fortescue und Moxon[2]) vorgeschlagenes Meßinstrument für Ströme in der Größenordnung von 10 A und äußerst hohe Frequenzen. Dieses Instrument gibt im Bereich von 0 bis 10^7 Hz noch keine nennenswerten Fehler. Für Frequenzen über 10^7 Hz schlagen die Verfasser den Gebrauch von analytisch errechneten Korrekturwerten vor. Jedoch lassen der große Umfang und die Kompliziertheit des Instrumentes es für Messungen in Hochfrequenzkreisen wenig geeignet erscheinen. Moullin[3]) schlug ein absolutes, für Frequenzen bis zu 10^8 Hz berechnetes elektrodynamisches Verfahren vor. Dieses stellt jedoch auch keine glückliche Lösung dar, da das Gerät bedeutende Metallmassen und große geometrische Abmessungen aufweist, was vom neuzeitlichen Gesichtspunkt aus bei Messungen in Hochfrequenzkreisen, und besonders bei einem absoluten Meßverfahren, vollkommen unzulässig erscheint. Das wurde in der Folge in gewissem Maße auch vom Verfasser selbst anerkannt[4]).

Als weitaus vollkommeneres Meßverfahren für Hochfrequenz-Starkströme ist das Verfahren der magnetischen Ablenkung des Kathodenstrahls der Braunschen Röhre anzusehen, das vor nicht langem von A. Matthias[5]) u. a. beschrieben wurde. Nach den Angaben der Verfasser wird bei besonderer Konstruktion der Braunschen Röhre und der Einführung von Leitern, die ein Magnetfeld im Innern der Röhre ergeben, die Messung starker Ströme bei Frequenzen bis zu 10^8 Hz möglich. Als ein Nachteil des Verfahrens erscheint mir die verhältnismäßige Umständlichkeit seiner Anwendung.

Wie aus diesem kurzen Überblick zu sehen ist, dient keines der beschriebenen Instrumente als technisches Anzeigegerät, vielmehr sind sie ausschließlich als primäre Vergleichsinstrumente für die Eichung und Prüfung von technischen Sekundärinstrumenten anzusehen. Zum selben Zweck, nämlich für die Eichung und Prüfung von Thermoumformergeräten mit Hochfrequenz, ist vom Verfasser ein neues Verfahren ausgearbeitet und angewendet worden, das seiner Meinung nach im Vergleich mit anderen den großen Vorzug hat, mit den einfachsten Mitteln genügend gute und verläßliche Ergebnisse zu liefern.

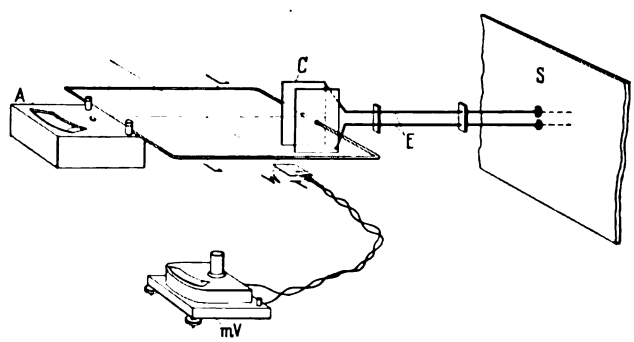


Abb. 1. Einrichtung für die Eichung und Prüfung von Meßgeräten mit Hochfrequenz.

Das Verfahren ist folgendes (s. Abb. 1): Ein Vakuum-Thermoelement T für geringe Stromstärke und daher praktisch ohne Einfluß von Hautwirkung und mit kurzem geraden Heizdraht wird gemeinsam mit seinem Millivoltmeter mV mit Gleichstrom genauest geeicht. An die Enden des Heizdrahtes wird eine einzige Drahtwindung W angeschlossen und zusammen mit dem Thermoelement in der Nähe des Meßkreises $LCLA$ angebracht, wobei letzterer mit einer bedeutenden konzentrierten Kapazität C und einer geringen verteilten Selbstinduktion ausgestattet ist. Dank dem Vorhandensein einer gegenseitigen Induktion M zwischen dem Meßkreis und der Windung des Thermoelementes wird in dem letzteren ein Strom I_2 induziert, dessen Größe ein Maß für den Strom I_1 im Meßkreis ist. Ein äußerlich entsprechendes Verfahren für große Stromstärken wurde von Schwarz[6]) beschrieben. Jedoch konnte Schwarz aus dem Ausschlag des Millivoltmeters nur auf die relativen Änderungen des Stromes I_1 schließen und bestimmte nicht seine absolute Größe, da nach Schwarz' Meinung „die genaue Bestimmung des Transformierungskoeffizienten I_1/I_2 auf bedeutende Schwierigkeiten stoßen würde". Wenn man jedoch dem Meßkreis und der Windung des Thermoelementes eine genau rechteckige Form gibt und die Windung des Thermoelementes symmetrisch und in einer Ebene mit dem Meßkreis verlegt und alle übrigen Leitungen entfernt, die ein Feld hervorrufen könnten (die Speisung des Meßkreises erfolgt von einem in einem abgeschirmten Raum S untergebrachten Generator durch ein nicht ausstrahlendes Leitungssystem E), so ist es ohne besondere Schwierigkeit möglich, den Transformierungskoeffizienten I_1/I_2 mit genügender Genauigkeit zu berechnen[7]).

Dank dem Umstand, daß die Windung des Thermoelementes nahe an einer Seite des Meßkreises gelegen ist, wird der Strom in ihr zu mehr als 90 % durch die geometrischen Verhältnisse eben dieser Seite bestimmt. Der Kon-

[1]) N. Broca, Bull. Soc. franç., Électr. Bd. 9, S. 423 (1909).
[2]) C. Fortescue u. L. Moxon, J. Instn. electr. Engr. Bd. 68, S. 556 (1930).
[3]) E. Moullin, Proc. Roy. Soc., Lond., Bd. 121, S. 41 (1928).
[4]) E. Moullin, J. Instn. electr. Engr. Bd. 68, S. 524 (1930).
[5]) A. Matthias, v. Borries u. Ruska, Z. Physik Bd. 85, S. 336 (1933); Bericht in ETZ 1934, S. 912.
[6]) H. Schwarz, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 39, Nr. 5 (1932).
[7]) Ausführliche Berechnung siehe R. Albrandt, „Iswestija Elektropromischlenosti Slabogo toka" (Leningrad) Nr. 7, 1934.

Digitized by Google

densator des Meßkreises und das zu eichende Instrument verzerren dank der getroffenen Maßnahmen nur ganz unbedeutend die Geradlinigkeit der zwei übrigen Seiten des Kreises, in die sie eingeschaltet sind; ihr Einfluß auf den Strom des Thermoelementes ist, wie die Rechnung zeigt, vernachlässigbar gering.

Die Rechnung ergab, daß in unserer Anordnung der zu erwartende Meßfehler bei einer Frequenz von $1{,}5 \cdot 10^7$ Hz (Wellenlänge $\lambda = 20$ m) und einem Strom von 5 bis 50 A den Wert 2 % nicht überschreitet. Da fremde (der Befestigung oder Abschirmung dienende) Metallteile nicht vorhanden sind, erhöht sich die Genauigkeit und Verläßlichkeit der Rechnung in bedeutendem Maße. Der Einfluß der Hautwirkung und parallelgeschalteter Kapazitäten in dem von uns verwendeten Thermoelement ist vernachlässigbar klein. Die Koppelung des Meßinstrumentes und folglich auch des Beobachters mit dem Hochfrequenzkreis und ihre gegenseitige Beeinflussung sind außerordentlich gering, da sie durch eine Kapazität von weniger als 1 µµF erfolgen. Dank der geringen Selbstinduktion des Kreises und der vollkommenen Symmetrie bezüglich des zu eichenden Instrumentes ist die im Stromkreis wirkende Spannung sehr klein, außerdem befindet sich das Instrument im Wellenbauch des Stromes und im Wellenknoten der Spannung, was, wie bekannt, für Meßkreise besonders günstig ist.

Zum Schlusse sei darauf hingewiesen, daß die ganze Einrichtung außerordentlich einfach und leicht zu bedienen ist. Die Prüfung verschiedener technischer Instrumente mit der beschriebenen Einrichtung ergab ein Bild, das in gutem Einklang steht mit den theoretischen Ableitungen.

Stand der Bildtelegraphie.

Von **H. Stahl**, Dortmund.

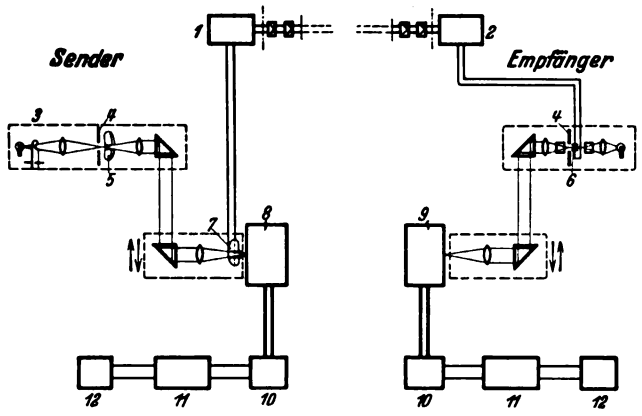
Übersicht. Anschließend an die kurzgefaßte Entwicklungsgeschichte der Bildtelegraphie werden die Aufgaben der elektrischen Fernbildübertragung aufgezeigt. Erst der Elektronenröhrenverstärker ermöglichte ihre praktische Einführung. Die besonderen Anforderungen an Leitungen und Geräte werden leicht verständlich abgeleitet. Noch zu lösende Aufgaben bleiben: der ortsbewegliche Bildsender und die einwandfreie Übertragung getönter Bilder über Funkwege.

Die telegraphische Übertragung von Bildern ist fast ebenso alt wie die Telegraphie selbst. Schon 1847, also 14 Jahre nach Inbetriebnahme des ersten Telegraphen, hat Bakewell einen Apparat für die elektrische Fernübertragung von Bildern angegeben. In diesem Gerät war die Art der Zerlegung des Bildes und seiner Wiederzusammensetzung bereits so gut gelöst, daß sie im wesentlichen auch für die neuesten Bildgeräte übernommen werden konnte. Das abzusendende Bild, das mit isolierender Tinte auf eine Metallfolie aufgezeichnet werden mußte, wurde auf eine Sendetrommel aufgespannt und durch einen Metallstift abgetastet. Wird nun bei sich drehender Trommel der Abtaststift durch eine Spindel stetig vorgeschoben, so wird schließlich die ganze Bildtrommel in einer Schraubenlinie abgetastet. Die Stromschließungen und -unterbrechungen, die ein solcher Abtaststift beim Drehen der Sendetrommel vornimmt, konnten unmittelbar über eine Leitung fernübertragen werden. Auf der Empfangseite war die umgekehrte Aufgabe zu lösen. Die Stromschwankungen wurden auf elektrochemischem Wege in Schwärzungen eines besonders behandelten Papiers umgewandelt, das zur richtigen Wiederzusammensetzung des Bildes auf eine Empfangstrommel aufgespannt war. Wurde die Drehzahl der Empfangstrommel gleich der der Sendetrommel gemacht und der Vorschub des Empfangsorgans demjenigen des Abtaststiftes angepaßt, so mußte das abtelegraphierte Bild am Empfangsort wieder entstehen.

Mit dieser kurzen Beschreibung des ältesten Bildtelegraphen sind bereits die Aufgaben der Fernbildübertragung herausgestellt. Bildzerlegung und -zusammensetzung, Sendeabtastung, Aufzeichnung beim Empfänger, Gleichlauf.

Eine lange Reihe von Erfindern hat sich diesen Aufgaben gewidmet. Sie verbesserten die Gleichlaufregelung, änderten die Art der Bildabtastung, schließlich gelang es Korn und Glatzel 1906, durch Verwendung von Selenzellen auch getönte Bilder (Lichtbilder) fernzuübertragen. Wenn diese zwar auch noch als Film im durchscheinenden Licht abgetastet werden mußten, so war es doch schon ein großer Fortschritt gegenüber der Metallfolie. — Eine allgemeine Einführung solcher Verfahren scheiterte aber immer noch an den geringen Stromschwankungen, die die Selenzellen hergaben, und an den Störströmen auf den zur Übertragung benutzten Freileitungen, die das empfangene Bild weitgehend verwischten.

Diesen Schwierigkeiten konnte grundlegend erst abgeholfen werden, nachdem durch Erfindung der Elektronenröhrenverstärker die Bildströme beliebig verstärkt auf die Leitungen gegeben werden konnten und zur Übertragung Kabelleitungen bereit standen, deren Dämpfung durch Einschaltung von Zwischenverstärkern abschnittsweise ausgeglichen werden konnte. Wie auf so vielen Gebieten der Fernmeldetechnik war auch in der Bildtelegraphie die Elektronenröhre der Schlüssel, mit dem die einer praktischen Einführung noch im Wege stehenden Schwierigkeiten gelöst werden konnten. Um 1925 setzte diese Fortentwicklung der Bildtelegraphie insbesondere bei der Firma Telefunken ein, die mit der von Carolus angegebenen verbesserten Kerrzelle als Empfangsorgan auf drahtlosen Verbindungen außerordentlich hohe Übertragungsgeschwindigkeiten erreichen zu können glaubte. Man wollte das auch heute noch übliche Morseverfahren der Funktechnik ersetzen durch die bildliche Abtastung der Telegramme, die zugleich eine erheblich geringere Störempfindlichkeit bieten würde. Obwohl dieses Ziel nicht erreicht werden konnte, da sich auch der Äther als ein



1 Sendeverstärker
2 Empfangsverstärker
3 Lochscheibe
4 Lichtblenden
5 Photozelle zum Ausgleich
6 Kerrzelle
7 Photozelle
8 Sendetrommel
9 Empfangstrommel
10 Antriebsmotoren
11 Synchronisierverstärker
12 Stimmgabeln

Abb. 1. Grundsätzliche Arbeitsweise eines Bildgerätes.

verzerrendes Übertragungsmittel erwiesen hat, hat die Firma wertvolle Pionierarbeit für die heutige Bildtelegraphie geleistet, die schließlich von der S & H AG. in eine den Bedingungen der Fernkabelübertragung und der Betriebsicherheit entsprechende Form gebracht wurde. Für die drahtlose Übertragung von Polizeibildern hat auch die Firma C. Lorenz AG. im Zusammenarbeiten mit Korn ein brauchbares Bildgerät entwickelt.

In Europa hat sich das von S & H herausgebrachte Bildgerät die beherrschende Stellung sichern können. Es arbeitet mit Trommelabtastung auf Sende- und Empfangseite, wobei die Drehbewegung der Trommel, der Vorschub dem Abtast- und Aufzeichnungsorgan übertragen wird. Diese trommelweise Aufzeichnung gestattet wegen des Trommelwechsels keinen fortlaufenden Betrieb, ergibt aber den größten Grad an Genauigkeit der Bildzerlegung. Von der bei der Bildübertragung erforderlichen Genauigkeit des Abtastvorganges erhält man eine Vorstellung, wenn man sich überlegt, daß eine Bildtrommel von $130 \cdot 208$ mm mit 5½ Bildzeilen je Millimeter abgetastet wird, so daß die Länge des abzutelegraphierenden Bildbandes rd. 150 000 mm beträgt. Bei der Feinheit der Rasterung soll die Leitung imstande sein, je Millimeter Bildzeile 5½ unterscheidbare Meldungen zu übertragen, so daß eine solche Bildfläche aus rd. 800 000 Mel-

Digitized by Google

dungen besteht. Diese Zahlen lassen auch erkennen, daß die Bildtelegraphie recht große Ansprüche an die Übertragungsfähigkeit der Leitung stellt. Wird die Abtastgeschwindigkeit z. B. so eingeregelt, daß 1000 Meldungen oder Bildpunkte je Sekunde abtelegraphiert werden, so erfordert dies bereits einen Zeitaufwand von 13,3 min. Eine höhere Abtastgeschwindigkeit verbietet sich aber, weil bereits bei dieser im praktischen Fernkabelbetrieb eingeführten Geschwindigkeit die zusätzliche Forderung erfüllt sein muß, daß der Laufzeitunterschied innerhalb des dabei entstehenden Bildfreqenzbandes von ± 500 Hz nicht mehr als 1 ms sein darf, da andernfalls die Bildpunkte gegeneinander versetzt aufgezeichnet würden. Aus diesem Grunde müssen für Bildübertragungen schwach bespulte Leitungen benutzt werden. Auch ein anderes lassen diese Zahlen in einfacher Weise übersehen. Die Anforderungen an die Gleichlaufeinrichtung eines solchen Bildübertragungsgerätes sind außerordentlich hohe. Wenn der Empfangszylinder sich nur um 1 : 100 000 schneller oder langsamer dreht als der Sendezylinder, ergibt sich bei einem Bildweg von 150 000 mm schon eine Bildschräge von 1,5 mm. Nur durch Anwendung der genauesten Stimmgabeln, die in Thermostaten selbsttätig auf gleicher Temperatur gehalten werden, gelang es, einer solchen Forderung gerecht zu werden.

Die grundsätzliche Arbeitsweise des Bildgeräts von S & H kann der Abb. 1 entnommen werden. Auf der Sendeseite wird das Bild durch einen Lichtstrahl abgetastet, dessen reflektiertes Licht eine Photozelle steuert. Es kann also heute jedes Bild, ohne daß es durchsichtig zu sein braucht oder gar auf Metallfolien aufgebracht werden muß, unmittelbar abtelegraphiert werden. Um die Bildströme für die Verstärkung und die nachfolgende Leitungsübertragung geeigneter zu machen, wird der das Bild abtastende Lichtstrahl durch eine sich drehende Lochscheibe mit einer Frequenz von 1300 Hz unterbrochen. Die schwachen Photozellenströme müssen nun erst durch den Sendeverstärker um das 1 000 000-fache verstärkt werden, damit sie in der Stärke der Telephonströme auf die Leitung gegeben werden können. Die neuzeitlichen Fernkabelleitungen gestatten diesen Bildstrom nahezu formgetreu über fast beliebige Entfernungen zu übertragen. Am Empfangsende werden die Bildzeichen durch einen Empfangsverstärker so weit verstärkt, daß sie schließlich imstande sind, mit einer Spannung von etwa 500 V eine Kerrzelle zu steuern. In dieser Kerrzelle wird ein durch Nicolsche Prismen polarisierter Lichtstrahl in seiner Polarisation elektrisch so beeinflußt, daß hinter dem Depolarisator eine Aufhellung oder Verdunkelung des Lichtstrahls erfolgt, je nach der eintreffenden Bildspannung. Dieses Lichtsteuerorgan arbeitet völlig trägheitslos, ein Vorteil, der bei den Übertragungen auf Fernkabelleitungen aus den oben angedeuteten Gründen nicht ausgenutzt werden kann. Die Aufzeichnung des Bildes erfolgt durch Belichtung eines normalen Films, von dem nach Entwicklung und Fixierung entweder Positivabzüge hergestellt werden, oder der als Negativfilm dem Kunden ausgeliefert wird.

Dieses Gerät, dessen gestellmäßigen Aufbau Abb. 2 zeigt, wird nun in nächster Zeit noch durch folgende Änderungen verbessert werden. Die große Bildtrommel von 180 · 260 mm ist vor Jahren gewählt worden, um auch Schriftsätze, ganze Schreibmaschinenseiten, übertragen zu können. Es hat sich aber gezeigt, daß für die Übertragung schriftlicher Nachrichten die alte Alphabettelegraphie immer noch erheblich schneller und billiger arbeitet als der Bildtelegraph. Dieser wird heute fast ausschließlich für die Übertragung von Lichtbildern, insbesondere für die Zwecke der Bildberichterstattung benutzt. Die dafür anfallenden Bilder überschreiten aber nur selten die Größe von 130 · 180 mm. Um die Übertragungsdauer herabsetzen zu können, hat man sich deshalb zwischenstaatlich darauf geeinigt, die Trommelfläche dieser Bildgröße anzupassen und zur Erhöhung der Bildschärfe statt der bisherigen 4 Linien mit 5⅓ Linien je mm zu arbeiten. Da auch alle anderen für das Zusammenarbeiten von Bildgeräten verschiedener Herkunft wichtigen Abmessungen zwischenstaatlich festgelegt wurden, können heute die Bildgeräte von S & H mit denen von Belin und der Radio Corporation of America (RCA) einwandfrei zusammenarbeiten. Für die Güte der Übertragung von Lichtbildern ist neben der Bildschärfe auch die richtige Wiedergabe der Tönung ausschlaggebend. Bei der bisher benutzten Kerrzelle im Empfänger mußte man aber der Natur der Kerroptik entsprechend eine erheblich härtere Wiedergabe des Bildes in Kauf nehmen. Das vor kurzem in Köln in Betrieb genommene Bildgerät ist aus diesem Grunde mit einer Oszillographenschleife als Lichtsteuerorgan (Lichthahn) ausgerüstet worden[1]). Dieser Lichthahn gestattet, durch Verwendung entsprechender Lichtblenden die Tönungscharakteristik so weitgehend linear zu gestalten, wie dies in der Photographie überhaupt möglich ist.

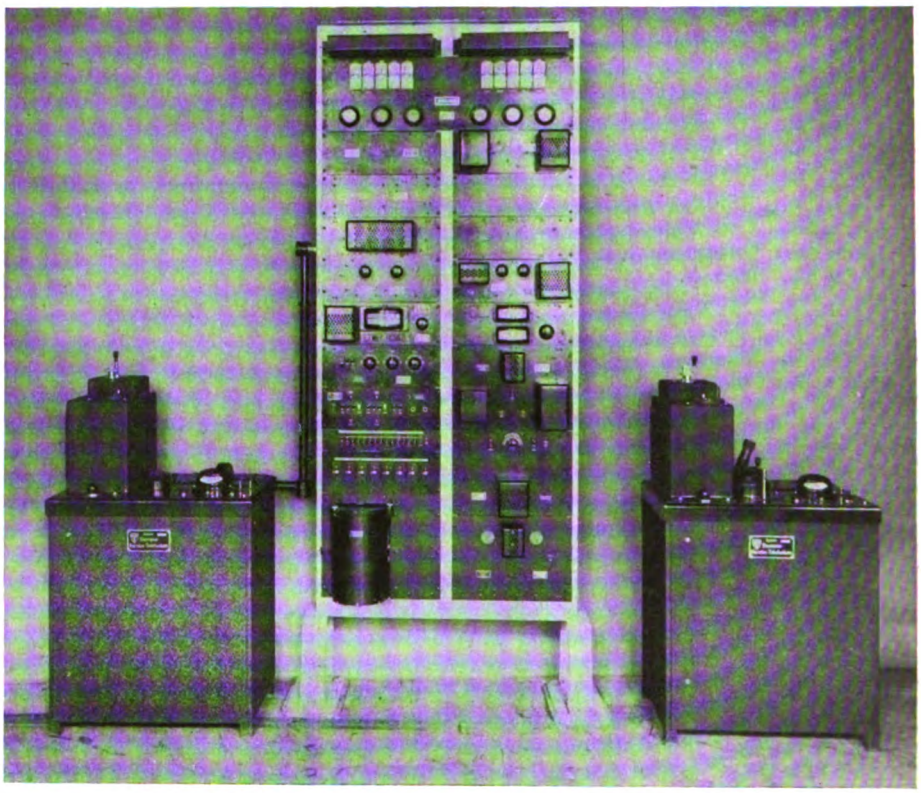


Abb. 2. Gestellmäßiger Aufbau eines Bildgerätes.

Den Einsatz an Bildstellen in Europa zeigt die Abb. 3. Man sieht, daß man zwischen den wichtigsten Hauptstädten Europas Bilder übertragen kann und daß Deutschland und Frankreich mit 4 bzw. 7 Bildstellen bereits ein innerstaatliches Netz von Bildverbindungen aufweisen. Neben den öffentlichen Bildstellen, bei denen von jedermann Bilder irgendwelcher Art zur Beförderung aufgeliefert werden können, wobei die Übertragungskosten nach der Bildfläche berechnet werden, findet man auch eine ganze Anzahl teilnehmereigener Bildstellen. Es handelt sich dabei ausschließlich um große Zeitungsunternehmungen, die sich zur Beschleunigung der Bildberichterstattung eigene Bildgeräte angeschafft haben. Bei den Übertragungen zwischen solchen Bildstellen werden die Gebühren genau so nach der Zeitdauer der Leitungsbenutzung berechnet, als wenn es sich um ein Ferngespräch handeln würde.

Für die Bildübertragungen durch öffentliche Bildstellen wird die zu übertragende Fläche in cm² ermittelt und an Hand nachstehender Gebührentafel die Übertragungsgebühr ermittelt, wobei als Mindestgebühr die Übertragung einer Fläche von 100 cm² berechnet wird (New York 150 cm²).

Die mit der Bildtelegraphie gemachten Betriebserfahrungen haben wieder einmal gezeigt, daß nicht immer richtig vorausgesehen werden kann, welche Anwendung eine

[1]) ETZ 1935, S. 133.

Digitized by Google

Gebühren für gewöhnliche Bildtelegramme.

Bestimmungsland	Bildstellen	Gebühr für 1 cm² Pf	Mindestgebühr RM
Deutschland	Bln, Ffm, Mchn, Köln	4	4
Europaverkehr			
Dänemark	Kopenhagen	10	10
Frankreich	Paris, Nizza, Toulouse, Bordeaux, Lyon, Marseille, Strasbourg	21	21
Großbritannien	London	21	21
Italien	Rom	17	17
Niederlande	Amsterdam	11	11
Norwegen	Oslo	17	17
Österreich	Wien	10	10
Schweden	Stockholm	14	14
Vatikanstadt	Vatikan	17	17
Überseeverkehr			
V. S. Amerika	New York	165	248
Argentinien	Buenos Aires	100	100
Niederländisch Indien	Bandoeng	165	165
Siam	Bangkok	140	140

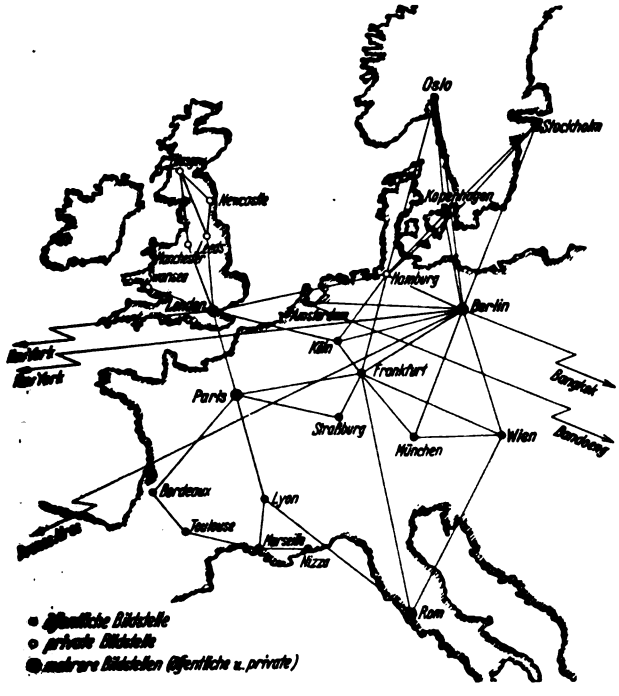


Abb. 3. Bildtelegraphen-Verbindungen in Europa.

neue Technik finden wird. So hatte man, wie schon angedeutet, in den ersten Jahren des neuen Betriebszweiges vielfach erwartet, daß die Bildtelegraphie in hervorragendem Maße geeignet sei, auch gewöhnliche Telegramme zu übertragen, insbesondere längere Schriftsätze und dringende Briefe, die, in völliger Bildtreue übertragen, den Beweiswert der Urschrift haben könnten. Man glaubte, daß die Möglichkeit der Übertragung technischer Zeichnungen für die Patentberatung und in Montageangelegenheiten, die Röntgenbildübertragung für ärztliche Beratungen ganz neue Möglichkeiten der Fernbearbeitung schaffen würden. Nichts von alldem ist eingetreten. Noch nicht 5 % aller übertragenen Bilder entfallen auf die erwähnten Arten, der Rest sind ausschließlich Lichtbilder für die Presse. Dasselbe gilt für den Kreis der Benutzer. Neben den Zeitungen, die, wenn sie es sich irgend leisten können, eigene Bildstellen unterhalten, um das aufgenommene Bild in ihrem Betrieb sofort weiterverarbeiten zu können, sind einige Bildverlage und Presse-Bildberichterstatter die wesentlichen Kunden für den öffentlichen Bildübertragungsdienst.

Der anfallende Bildverkehr ist nicht so stark, um eigene Leitungen für die Bildübermittlung zu rechtfertigen. Es werden vielmehr die für den Weitsprechverkehr besonders geeigneten, schwach bespulten Vierdraht-Fernsprechleitungen für die Bildübertragung genau so benutzt, als wenn es sich um ein Gespräch handeln würde. Da der Bildverkehr, wie ausgeführt, im wesentlichen der Presse-Bildberichterstattung dient, ist die Zahl der zu übertragenden Bilder ganz außerordentlich von den Ereignissen abhängig. Am Tag von Potsdam wurden in der Bildstelle des HTA Berlin 46 Bilder, bei der Beisetzung Hindenburgs 63 Bilder übertragen. An andern Tagen ist manchmal kaum ein Bild zu übertragen.

Eine große Schwierigkeit entsteht für die Fern-Bildberichterstattung dann, wenn das Ereignis nicht gerade am Ort einer Bildstelle ist. Auch wenn das Bild mit Auto oder Flugzeug zur nächstgelegenen Bildstelle gebracht wird, können recht erhebliche Zeitverluste entstehen. Es kommt aber für die Zeitungsverlage unbedingt darauf an, einen

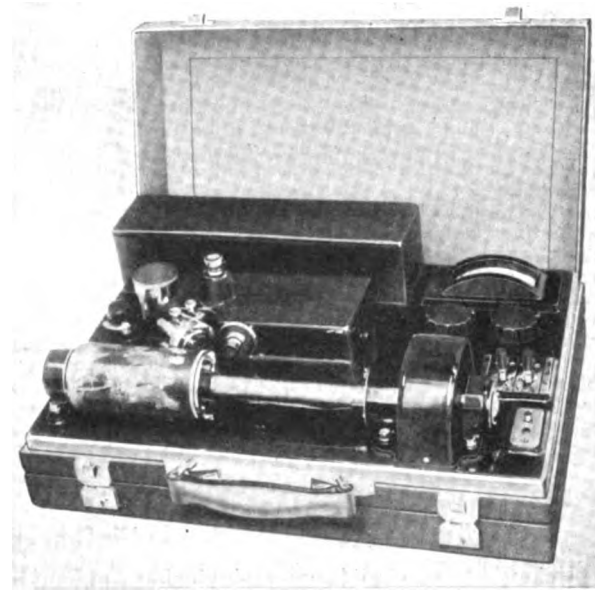


Abb. 4. Ortsbeweglicher Bildsender von Belin. Koffer mit Abtastgerät.

Bildbericht möglichst noch eine Ausgabe vor den andern im Wettbewerb befindlichen Zeitungsverlagen zu bringen. Man hat deshalb Bildsender gebaut, die in zwei Koffern mit je etwa 50 Pfund untergebracht, von den Presse-Bildberichterstattern an den Ort des meist vorher bekannten wichtigen Ereignisses mitgebracht werden. Nach einer Vorbesprechung mit einer Postdienststelle wird sich immer ein geeigneter Anschluß finden lassen, von dem aus ein Bild unmittelbar in geeigneten Fernsprechleitungen abtelegraphiert werden kann. Solche ortsbeweglichen Bildsender wurden zuerst von Belin gebaut (Abb. 4), der bereits eine Reihe französischer und englischer Zeitungsbetriebe damit ausgestattet hat. Auch die Firma S & H wird nun demnächst solche Kofferbildsender herausbringen, die die Zugänglichkeit des Bildtelegraphennetzes wesentlich erweitern. Grundsätzlich neue Aufgaben waren für den Bau solcher tragbaren Bildsender nicht zu lösen. Die wichtigste Aufgabe war, das Gewicht der Sendeeinrichtung einschließlich Batterien so weit zu vermindern, daß alles in zwei nicht zu schweren Koffern untergebracht werden konnte.

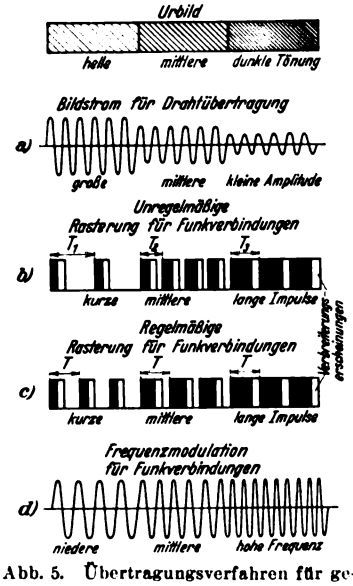


Abb. 5. Übertragungsverfahren für getönte Bilder auf Draht- und Funkverbindungen.

Der durch die telegraphische Übertragung von Bildern mögliche Zeitgewinn wird bei der Überseeübertragung noch viel mehr ins Gewicht fallen als im Europaverkehr. Wenn man trotzdem in den Zeitungen nur selten von Übersee übertragene Bilder zu sehen bekommt, so liegt dies an der geringen Bildgüte, die dabei erzielt wird. Bilder wie das der brennenden Morro Castle oder das vom Boxkampf Schmeling—Stribling kosteten etwa 300 bis 400 RM Übertra-

Digitized by Google

gungsgebühr und ließen keinerlei Einzelheiten erkennen. Solche Bilder können nicht dazu anreizen, dieses Verkehrsmittel stärker zu benutzen. Die Verbesserung der drahtlosen Bildübertragung über große Entfernungen ist bei den immer schneller werdenden Flugverbindungen in Europa aber eine Lebensfrage der Bildtelegraphie.

Die Schwierigkeit für die drahtlose Übertragung von Bildern liegt in der bekannten Schwankung der Lautstärke drahtloser Wellen, die insbesondere durch Schwunderscheinungen verursacht werden. Diese Veränderung der Lautstärke erreicht bei den 15 bis 30 m-Wellen ein Verhältnis von 1 : 40 bei gleichbleibender Sendeamplitude. Es ist klar, daß man über ein solches Übertragungsmittel die Bildtönungen nicht durch die Amplitude ausdrücken kann (vgl. Abb. 5 a). Man hat deshalb schon frühzeitig vorgeschlagen, für die Übertragung auf dem Funkwege die Tönung durch die verschiedene Länge von Impulsen gleicher Stärke auszudrücken. Die ersten Vorschläge von F r e u n d sehen hierfür aber ein recht verwickeltes mechanisch-optisches Umsetzergerät vor, das keine praktische Bedeutung erlangen konnte. Die Radio Corporation of America (RCA) hat dieselbe Aufgabe auf rein elektrischem Wege gelöst. Ihr Verfahren wurde auf der Funkverbindung Berlin—New York eingeführt. Die Impulsfrequenz war dabei zunächst noch unabhängig von der mechanischen Umdrehung der Trommel und erbrachte ein ungeregeltes Raster, das sich insbesondere in den hellen Tönen durch unregelmäßig verstreute Schwärzungspunkte recht unschön auswirkte (vgl. Abb. 5 b). In dieser Beziehung brachte das ebenfalls von der RCA zuerst vorgeschlagene geordnete Raster eine erhebliche Verbesserung (vgl. Abb. 5 c). Die Rasterfrequenz wird in diesem Fall vom antreibenden Tongenerator so dem elektrischen Rasterverstärker aufgedrückt, daß ein völlig regelmäßiges Bildraster, wie beim Zeitungsdruck, entsteht. Aber auch diesem Verfahren haftet der grundlegende Nachteil an, daß die Verbreiterungserscheinungen, die im Gebiet der für diese Bildübertragung wichtigsten Wellen von 15 bis 30 m etwa 1 ms betragen, schon eine recht erhebliche Tönungsverschiebung ins Schwarze hinein verursachen. Eine grundlegende Verbesserung der drahtlosen Bildübertragung kann aller Voraussicht nach erreicht werden, wenn die Tönungen nicht durch Impulslängen, sondern durch Frequenzänderungen zum Ausdruck gebracht werden (vgl. Abb. 5 d). Die Frequenz einer Welle kann auch durch den stärksten Schwund nicht verändert werden, Verbreiterungserscheinungen spielen dabei ebenfalls keine Rolle, da es sich in diesem Falle nahezu um einen eingeschwungenen Zustand handelt, bei dem ein dauernder Wellenzug in mäßigen Grenzen in seiner Frequenz entsprechend der zu übertragenden Tönung geändert wird. Die Mittel, die zur Umsetzung von Tönungen in Frequenzänderungen und umgekehrt notwendig sind, sowie eine in einem sehr weiten Bereich arbeitende Schwundausgleichschaltung sind im Laboratorium untersucht und lassen dieses Verfahren auch weiterhin hoffnungsvoll erscheinen. Wenn die demnächst stattfindenden praktischen Übertragungsversuche befriedigen, kann man damit rechnen, daß in einiger Zeit Bildübertragungen auch von Kontinent zu Kontinent mit derselben Bildgüte erfolgen können, wie wir sie von der Bildtelegraphie auf Fernkabelleitungen her gewöhnt sind, d. h. das elektrisch empfangene Lichtbild ist mit dem bloßen Auge von dem Urbild kaum zu unterscheiden.

Einführung in VDE 0165

„Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen".

Von **E. Reimann**, Leverkusen.

Während in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen die elektrische Beleuchtung seit langer Zeit eine Vorrangstellung einnimmt, bestanden gegen den Betrieb von elektrischen Maschinen und Geräten innerhalb der gefährdeten Bereiche sehr viel längere Zeit Bedenken. Mit der fortschreitenden Entwicklung der Elektrotechnik bricht sich in neuerer Zeit jedoch die Auffassung mehr und mehr Bahn, daß durch die Zulassung geeigneter elektrischer Anlageteile in den gefährdeten Bereichen und an Stelle sonstiger mehr oder weniger ungeeigneter Hilfsmittel die Sicherheit gegen die Einleitung von Explosionen erhöht werden kann.

Die Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen haben sich bei dieser Entwicklung in der Form, wie sie bisher in § 35 von VDE 0100/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1.", § 26 von VDE 0101/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2." und § 29 von VDE 0800/1932 „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F." vorlagen, als nicht genügend eindeutig und ausführlich erwiesen. Der Ausschuß für Explosionsschutz beim VDE hat daher auf Wunsch der staatlichen Aufsichtsbehörden, der Berufsgenossenschaften und der Verbraucher Ausführungsbestimmungen zu den genannten Paragraphen von VDE 0100, VDE 0101 und VDE 0800 in Form von Leitsätzen ausgearbeitet.

Die in den folgenden Ausführungen besprochene Arbeit VDE 0165 „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen" ist unter der Spalte „Vereinsnachrichten" dieses Heftes veröffentlicht.

1. Geltungsbereich.

Zur Bestimmung des Geltungsbereiches ist vor Inangriffnahme der eigentlichen Ausschußarbeiten lange Zeit versucht worden, d i e Betriebsstätten und Lagerräume zusammenzustellen, die als explosionsgefährdet anzusehen sind. Dieser Versuch ist trotz größter Bemühungen — vor allem der staatlichen Aufsichtsbehörden und der Berufsgenossenschaften — gescheitert, da zu viel Faktoren in Betracht gezogen werden müssen, um den Anforderungen an Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Anlage gerecht zu werden. Die Umschreibung des Geltungsbereiches von VDE 0165 mußte daher mit Hilfe der physikalischen Daten der Stoffe und der betrieblichen Bedingungen ihrer Verarbeitung oder Lagerung, die für die Ausbildung von Explosionen maßgebend sind, erfolgen.

VDE 0165 gilt für die Errichtung elektrischer Anlagen in Bereichen, in denen sich nach den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen brennbare Gase, Dämpfe oder Staube, die untereinander oder mit Luft explosionsfähige Gemische bilden, in gefahrdrohender Menge ansammeln können. Als explosionsfähige Gemische sind dabei solche anzusehen, die auf Grund ihrer physikalischen Eigenschaften explosionsfähig sein können und deren Zusammensetzung außerdem im Mischungsverhältnis zwischen der unteren und oberen Explosionsgrenze liegt. Für die „gefahrdrohende Menge" ist in erster Linie die Art des Gemisches entscheidend.

VDE 0165 gilt nicht für schlagwettergefährdete Bereiche, da diese in der Mehrzahl aller Fälle unter Tage liegen und besondere zusätzliche Maßnahmen erfordern. Für die Errichtung von Starkstromanlagen in schlagwettergefährdeten Bereichen gilt VDE 0170 „Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte V.S.S.".

VDE 0165 gilt ferner nicht für Bereiche, in denen explosible Stoffe (Spreng- und Zündstoffe) hergestellt oder gelagert werden oder in denen Staube entstehen, die für sich explosibel sind. Für die Errichtung elektrischer Anlagen in derartigen Bereichen sind Sondervorschriften in Bearbeitung. Bis zu deren Fertigstellung kann jedoch VDE 0165 sinngemäß angewendet werden.

2. Gefahrengrad.

Die Verarbeitung und Lagerung von Stoffen, aus denen sich Gase, Dämpfe oder Staube entwickeln, die mit Luft oder untereinander explosionsfähige Gemische bilden, erfolgt praktisch nur in den unumgänglich notwendigen Fällen derart, daß sich die Gase, Dämpfe oder Staube mit Luft betriebsmäßig und unbehindert mischen können. Man strebt vielmehr wegen der Explosionsgefahr, zu der in sehr vielen Fällen außerdem Gründe der Hygiene und der Wirtschaftlichkeit der Betriebsvorgänge hinzukommen, Verarbeitungs- und Lagerungsverfahren an, bei denen die Bildung explosionsfähiger Gemische betriebsmäßig nicht möglich ist. Dazu wird fast ausnahmslos durch zwangsläufige Maßnahmen Vorsorge getroffen, daß sich bei etwaigen Schäden dennoch auftretende Gemische durch geeignete Maßnahmen, wie Absaugevorrichtungen u. dgl., nicht im gefährlichen Mischungsverhältnis entwickeln

Digitized by Google

oder wenigstens nicht in gefahrbringenden Mengen ansammeln und während längerer Zeit erhalten können.

Entsprechend den genannten verschiedenen Arten der Verarbeitungs- und Lagerungsverfahren sowie der großen Mannigfaltigkeit der in Frage kommenden Stoffe, den verschiedenen Mitteln zur Verhütung von Ansammlungen explosionsfähiger Gemische und dem stark unterschiedlichen Grade von Zuverlässigkeit in der Errichtung und der Überwachung der Betriebsanlagen sind in VDE 0165 zwei Gruppen von zugelassenem Installationsmaterial angegeben. §§ 5 bis 18 enthalten die Maßnahmen und das zugelassene Material für den Fall eines größeren Grades von Explosionsgefahr, während für die Fälle eines geringeren Gefahrengrades die Ausnahmebestimmungen in §§ 19 bis 28 anwendbar sind.

3. Gefahrenbereich.

Die Explosionsgefahr kann sich auf einen Teil eines Raumes, einen vollständigen Raum oder auf eine begrenzte Stelle im Freien erstrecken. Der Umfang des Gefahrenbereiches konnte quantitativ nicht angegeben werden, da die für den Umfang des Bereiches maßgebenden Faktoren zu mannigfaltig sind. Für die jeweilige Beurteilung des Bereiches kommen u. a. in Frage: die Art und Menge der explosionsfähigen Gemische, die Mittel zur Verhütung ihrer Verbreitung, die Größe und Beschaffenheit der Betriebsstätten oder der Lagerräume sowie die Anordnung und Beschaffenheit der Betriebsanlagen.

4. Allgemeine Bestimmungen.

Die Zündung eines explosionsfähigen Gemisches durch elektrische Anlageteile ist theoretisch durch Funken oder Lichtbogen oder durch zu hohe Temperaturen von Anlageteilen möglich. Praktisch können dagegen Zündungen durch elektrische Anlageteile vorwiegend nur durch Funken oder Lichtbogen, die je nach der Art der Anlageteile entweder betriebsmäßig oder nur bei Schäden an Anlageteilen auftreten, eingeleitet werden. Zündungen durch zu hohe Temperatur von Anlageteilen dürften nur in Ausnahmefällen möglich sein, da die Betriebstemperaturen der Anlageteile bereits aus konstruktiven Gründen im allgemeinen genügend weit und mit ausreichender Sicherheit unter den Zündtemperaturen der überwiegenden Mehrzahl der explosionsfähigen Gemische liegen.

Zur Verhütung der Einleitung von Explosionen durch elektrische Anlageteile muß daher verlangt werden, daß elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen über die allgemeinen Bestimmungen des VDE für die Errichtung elektrischer Anlagen hinaus so auszuführen sind, daß

a) die betriebsmäßige Höchsttemperatur von Anlageteilen durch ausreichende Bemessung oder selbsttätige Begrenzung stets genügend weit unter der Zündtemperatur des jeweiligen explosionsfähigen Gemisches liegt;
b) Anlageteile, an denen betriebsmäßig Funken auftreten, explosionsgeschützt und solche, an denen nur in außergewöhnlichen Fällen Funken auftreten können, durch Sicherheitsmaßnahmen geschützt sind.

Die quantitative Festlegung einer Höchsttemperatur für Anlageteile ist unmöglich, da die verschiedenen explosionsfähigen Gemische zu große Unterschiede in der Höhe der Zündtemperaturen aufweisen. Um der Sicherheit der Anlage einerseits sowie ihrer Wirtschaftlichkeit andererseits gerecht zu werden, muß die zulässige Höchsttemperatur von Fall zu Fall festgelegt werden.

Die genaue Beschreibung einer explosionsgeschützten Bauart sowie der an sie zu stellenden quantitativen Anforderungen ist noch in Bearbeitung. Für den Bau von Maschinen und Geräten druckfester Bauarten wird daher vorerst zweckmäßig auf die Bestimmungen für die druckfeste Bauart für schlagwettergefährdete Bereiche zurückgegriffen, wobei jedoch den jeweils verschiedenen Druckverhältnissen u. dgl. Rechnung zu tragen ist.

Die zusätzlich geforderten Sicherheitsmaßnahmen sind in §§ 5 bis 28 aufgeführt.

5. Richtlinien für die Ausführung.

Allgemein ist anzustreben, die stromverbrauchenden Anlageteile innerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Bei stromverbrauchenden Anlageteilen für explosionsgefährdete Bereiche ist stets Stromverbrauchern mit betriebsmäßig nicht funkengebenden Teilen der Vorzug zu geben. So sind z. B. bei elektromotorischen Antrieben — wenn irgend möglich — Kurzschlußläufermotoren zu wählen.

Maschinen und Geräte werden zweckmäßig in weitestem Maß fest installiert. Außerdem empfiehlt sich, die Verwendung von ortsveränderlichen Maschinen und Geräten auf das erforderliche Mindestmaß zu beschränken.

6. Ausführungsbestimmungen.

Die in explosionsgefährdeten Bereichen stets zu treffenden allgemeinen Maßnahmen sind in § 5 von VDE 0165/1935 aufgeführt, während die in dem jeweiligen Gefahrenbereiche zugelassenen Anlageteile und die zusätzlich geforderten Sicherheitsmaßnahmen in §§ 6 bis 18 bzw. 19 bis 28 zusammengestellt sind. Dabei ist auf Grund des verschiedenen technischen Verhaltens der Gemische gegenüber den Anlageteilen zwischen Bereichen mit Gas- oder Dampfluftgemischen und solchen mit Staubluftgemischen unterschieden. Die Auswahl des im Einzelfall geeignetesten Materiales muß unter Berücksichtigung der jeweiligen besonderen Betriebsverhältnisse erfolgen.

Die zugelassenen Anlageteile sind vorwiegend durch die geforderte Bauart gekennzeichnet. Diese ist bei der Bezeichnung mit P. . . . mit der Schutzart identisch und in DIN VDE 50 festgelegt. (Ein Auszug des Normblattes wird als Anhang dem Sonderdruck von VDE 0165 angefügt.) Die genauen Erläuterungen für die Bauarten P 33 e, P 33 e i, P 33 e o sind in Bearbeitung. Bis zur Fertigstellung dieser konstruktiven Angaben wird zweckmäßig auf die Bestimmungen für schlagwettergeschützte Bauarten zurückgegriffen. Dabei müssen jedoch stets die dem Gemisch entsprechenden Druckverhältnisse berücksichtigt werden.

Das Brünner Kraft-Fernheizwerk.

Von Dr.-Ing. **Ottokar Knab**, Orlau.

Übersicht. Die Eigenart des Versorgungsgebietes wird beschrieben, die Beweggründe des Baues des Werkes angeführt. Werk- und Heiznetz und ihre Arbeitsweise und die im Betriebsjahre 1934 erzielten Wirkungsgrade beziehungsweise Wärmeverbrauchszahlen werden näher erläutert und angegeben.

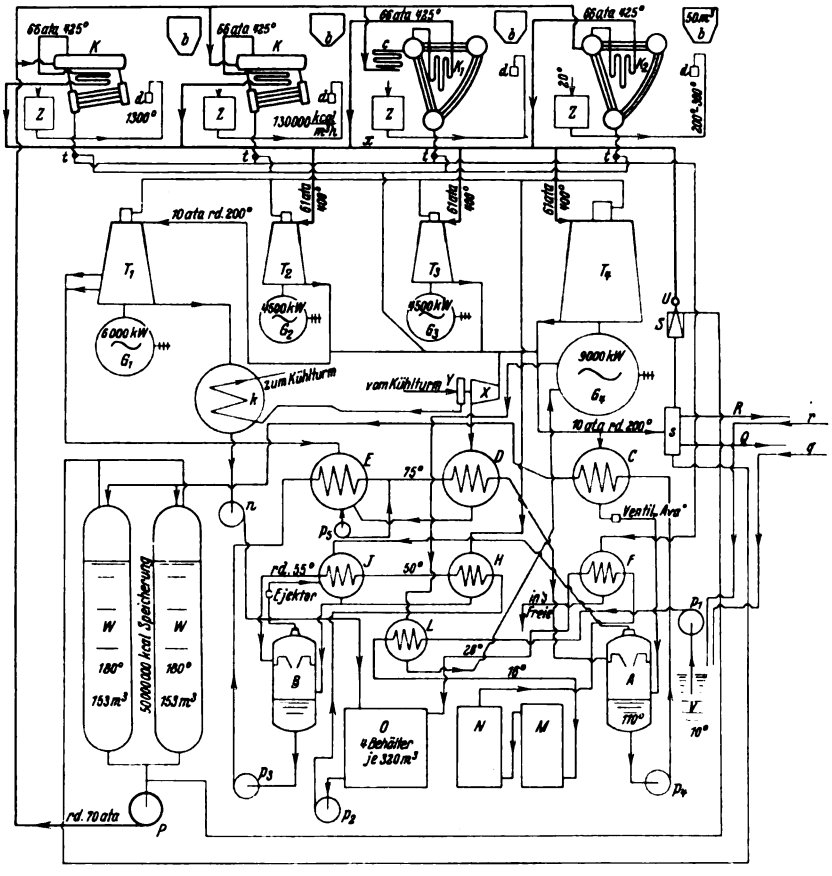
Die Stadt Brünn, wegen ihrer zahlreichen Textilwerke „das mährische Manchester" genannt, hat ihre Spinnereien, Webereien und Färbereien dicht nebeneinander, an dem Flußlaufe der Zwitta und ihren Kanälen gebaut. Diese Werke verbrauchen zu allen Jahreszeiten Wasserdampf und besaßen zu seiner Erzeugung eigene Kesselanlagen, mit denen manchmal auch eigene Kraftanlagen betrieben wurden. Die vorhandenen 100 Fabriken, zumeist Textilwerke, hatten im Jahre 1930 180 Dampfkesselanlagen mit 103 Fabrikkaminen.

Diese Kleinanlagen haben unwirtschaftlich gearbeitet, die Stadt litt unter der Rußplage, und viele andere Unzulänglichkeiten stellten sich ein, die beseitigt werden sollten. Die Westmährischen Elektrizitätswerke AG. (WEAG) in Brünn, die wegen Vergrößerung ihres Absatzes an Strom an und für sich gezwungen waren, ihre Krafterzeugung zu vergrößern, gingen durch Bau des Kraft-Fernheizwerkes Brünn daran, beiden Notwendigkeiten gerecht zu werden und versprachen sich von einem solchen Betriebe eine hohe Wirtschaftlichkeit. Ungefähr im Schwerpunkte des industriellen Teiles der Stadt Brünn wurde auf der sogenannten Spitalwiese das Kraft-Fernheizwerk errichtet, und es liegt dort zugleich an der Eisenbahnstrecke Brünn—Prag und am Zwittakanal.

Das Werk hat z. Z. eine stündliche Kesselhausleistung von 100 t Dampf, eine elektrische Leistung von 15 000 kW. Eine schematische Darstellung der Werkeinrichtungen zeigt Abb. 1. Der Betriebdampfdruck beträgt 66 ata, die Dampftemperatur 425 °. Den Dampf erzeugen 4 Hochdruckkessel mit je einer Heizfläche von 1150 m² und einer stündlichen Dampfleistung von 50 t. Jeder Kessel hat Kohlenstaubfeuerung, Luftvorwärmung, ein Kessel hat einen Rippenrohrekonomiser. Der Dampf dieser Kessel treibt 3 Gegendruck-Turbogeneratoren T_{2-4} G_{2-4}, der Dampfdruck vor den Turbinen beträgt 61 ata, die Dampftemperatur 400 °. Im Dampfwege dahinter geschaltet, elektrisch parallel, liegt die Kondensationsanlage T_1 G_1, die den Ge-

Digitized by Google

gendruckdampf von 10 ata und rd. 200 ° zum Antriebsdampf hat. Die Kondensationsturbine ist zwecks Speisewasservorwärmung angezapft. Mit dem Gegendruckdampf von 10 ata werden die Heizfernleitungen gespeist. Als Speisewasser der Dampfkessel dient Brünner Nutzwasser, weil Kondensat nur in geringer Menge vorhanden. Das Nutzwasser hat eine natürliche Härte von 3 bis 4 deutschen



Härtegraden, es wird zunächst in den Kühlern der Kreislaufluft der elektrischen Generatoren vorgewärmt und dann in Kiesfiltern gefiltert und in Neopermutitfiltern enthärtet. Das so aufbereitete Speisewasser wird dann mit Abfallwärme und schließlich mit Anzapf- und Gegendruckdampf bis auf ungefähr 180 ° im Maximum vorgewärmt, es gelangt dann in die Heißwasserspeicher *W*, und von hier wird es mittels Zentrifugalpumpen in die Hochdruckkessel gedrückt. Die Kessel besitzen Entschlammeinrichtungen *t*, die eine ständige Entschlammung gewährleisten. Die Heißwasserspeicher *W* dienen zum Ausgleich der Kessel und der elektrischen Belastung, sie dienen auch als Ausgleichorgane für plötzliche Belastungsschwankungen des Heiznetzes; Schwankungen zwischen der elektrischen und Heizdampfbelastung übernimmt die Kondensationsturbine. Die Speisung der Fernheizleitung kann im Notfalle auch über das Reduzierventil *U* und den Sättiger *S* erfolgen. Die Gesamtleistung des Kesselhauses beträgt 200 t Dampf je Stunde, die Hälfte der Dampferzeuger steht jedoch in Reserve, ein Reservekessel ist stets in Betriebsbereitschaft. Die Drehstromgeneratoren haben 3000 U/min bei 50 Hz und eine Klemmenspannung von 6300 V, sie arbeiten über Transformatoren auf die Fernleitung von 44 kV. Der Drehstromerzeuger G_4 besitzt eine Leistung von 9000 kW, G_1 6000 kW, G_2 und G_3 je eine Leistung von 4500 kW. Die Arbeitsweise des Werkes ist normalerweise die, daß die 9000 kW-Gegendruckmaschine und die 6000 kW Kondensationsmaschine in Hintereinanderschaltung der Dampfwege, elektrisch parallel, arbeiten; den Dampf liefern 2 Kessel. G_2 und G_3 stehen in Reserve. Jeder Generator ist zum Zwecke der Spannungschnellregelung mit einem Tirrill-Regler ausgestattet, dessen Spannungsniveau während des Betriebes regelbar ist, was der Aufteilung der Blindlast dient. Brünn arbeitet parallel mit Oslawan und Frain und hat einen großen Blindstrombedarf.

Das Heiznetz ist für 275 t Dampf je Stunde bemessen, es wird jetzt, entsprechend der Leistung des Werkes, mit nur 100 t belastet werden. Vom Fernheizwerk gehen 2 Rohrstränge aus, die am Anfang 500 mm Rohrweite besitzen. Das Heizrohrnetz hat derzeit eine Länge von rd. 15 km. Es werden auch öffentliche Gebäude und Wohnhäuser geheizt.

Im Werk wird Rossitzer und Ostrauer Abfall-Steinkohlenstaub verfeuert mit einem unteren Heizwert von etwa 6300 kcal/kg. Er wird zunächst mit niedriggespanntem Dampf getrocknet, dann in Mühlen vermahlen und den Vorratsbunkern bzw. den Kesselfeuerungen zugeführt.

Der thermische Gesamtwirkungsgrad war für den Jahresdurchschnitt 1934 54 %, hierbei beträgt die Nutzleistung die Summe aus der elektrischen Nutzleistung und der Heizdampfleistung am Dampfverteiler. Der Verbrauch an Kohlenwärme je kg Heizdampf war in diesem Jahre 825 kcal; je Kilowattstunde Nutzleistung 3240 kcal. Diese Zahlen zeigen, wie hochwirtschaftlich ein solches Werk mit Verbundbetrieb ist.

K Babcock-Wilcox-Hochdruckkessel
K_1, K_5 Steilrohr-Hochdruckkessel
T_{2-4}, G_{2-4} Gegendruck-Turbogeneratoren
T_1, G_1 Kondensations-Turbogenerator
Q, R Heizfernleitungen
k Kondensator
V Brünner Nutzwasser
L, F, H, J Vorwärmer des Speisewassers mit Abfallwärme
C, D, E Hauptvorwärmer
A Druckentgaser
B Vakuumentgaser
M Kiesfilter
N Neopermutitfilter
O Speisewasserbehälter
X Gegendruckturbine
Y Kühlwasserpumpe
P Hochdruckspeisepumpe
Z Lufterhitzer
$p_1 \ldots 5$ Pumpen
s Heizdampfverteiler
c Economiser
q, r Kondensatrückleitungen
n Kondensatpumpe
x Dampfleitung
b Bunker
d Brenner

Die in der Abb. eingetragenen Speisewasservorwärmtemperaturen gelten für den Belastungsfall II der Zahlentafel 1.

Abb. 1. Schematische Darstellung der Werkeinrichtungen.

Zahlentafel 1.

Punkt des Dampf- und Wärmeverbrauchdiagramms	I	II[1])	III	
Kesselhausbelastung	65	90	102,5	Dampf t/h
Heizdampfleistung	5	40	75	,,
	Leerlauf			
Dampfverbrauch d. Kond.-Turb.	45	30	2.5	,,
			Leerlauf	
Dampf für Vorwärmung des Speisewassers	15	20	25	Dampf t/h
elektr. Nutzleistung (Klemmenleistung minus Hausverbrauch)	10 700	10 800	7 600	kW
	9 250 000	9 360 000	6 580 000	kcal/h
Heizdampfwärme	3 350 000	26 800 000	50 000 000	kcal/h
gesamte Nutzleistung	12 600 000	36 160 000	56 580 000	,,
aufgewendete Kohlenwärme	49 000 000	67 000 000	76 000 000	,,
thermischer Gesamtwirkungsgrad	25,6	54	74,5	%
Cal. Kohlenwärme je kg Heizdampf	rd. 900	825	840	kca
Cal. Kohlenwärme je kWh Nutzleistung	4150	3240	1700	,,

[1]) Punkt II entspricht ungefähr dem Jahresdurchschnitt 1934.

Zahlentafel 1 zeigt außer dem Punkte II, der dem Jahresdurchschnitt 1934 entspricht, noch den Betriebspunkt I und III, denen mehr theoretische Bedeutung zukommt. Im Betriebspunkte I wird in die Heizfernleitung nur die Leerlauf-Dampfmenge gefördert, etwa 5 t/h. Hierbei wird ein Wirkungsgrad von 25,6 % erzielt, wobei die Leerlauf-Dampfmenge der Heizleitung als Nutzleistung verrechnet wurde. Im Punkte III, dem Betriebpunkte reinen Gegendruckbetriebes, wurde ein thermischer Gesamtwirkungsgrad von 74,5 % erzielt. Die Wirkungsgrade der Dampfkessel sind im Maximum 88 %, im Mittelwert 82 %.

Die Westmährischen Elektrizitätswerke AG. besitzen außer dem Brünner Kraft-Fernheizwerk noch das Wärmekraftwerk Oslawan bei Brünn und das Wasserkraftwerk Frain am Flusse Thaya in Süd-Mähren. Das im Kraft-Fernheizwerk Brünn investierte Kapital beträgt rd. 8 Mill RM.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Arbeits- und Leistungsmessung in englischen Großkraftwerken. — Zur Messung und Verrechnung großer Energiemengen in Erzeuger- und Übergabewerken haben sich in England Meßsätze nach einer bestimmten Norm eingeführt. Im allgemeinen enthält jedes Meßfeld einen Wirkverbrauch- und einen Blindverbrauchzähler, beide als Geber für Summenmessung ausgeführt, und einen einfachen Wirkverbrauch-Kontrollzähler. Auf einem gemeinsamen Feld befinden sich die Summierwerke, zusammengebaut mit Fernzählwerken für die einzelnen Zähler, mit Summenzählwerk und mit Maximumzeiger für das Summenmaximum sowie die Schreibwerke. Letztere werden durch Impulse vom Summier- oder Maximumwerk aus betätigt. Alle Zähler haben Rücklaufhemmung und Spannungsanzeigelampen parallel zu den Spannungsspulen. Bei Energieumkehr sind die Zähler entsprechend verdoppelt. Jede halbe Stunde werden die Werke von einer Hauptuhr mit Pendel und Quecksilberschalter (2 s Schließzeit) ausgelöst. Es werden Stromwandler, häufig Einleiterwandler, mit Mumetallkern von hoher Genauigkeit mit max. 800 A.-W., belastbar bis 40 VA verwendet. Klasse A nach den Vorschriften der British Standard Specification (BSS) wird nicht als genügend erachtet. Für die Wandler wird von dem „Central Elektricity Board" vorgeschrieben: Von 5 bis 125 % Nennstrom $\Delta = 1\,\%$, $\delta = 30'$, und eine größte Änderung von 0,3 % und 12½′ von 10 bis 125 % und 0,75 ‰, 20′ von 5 bis 10 %. Voraussichtlich wird diese neue Klasse in die BSS-Vorschriften bei einer Neuausgabe aufgenommen. Für die Zähler wird ebenfalls eine höhere Genauigkeit verlangt als nach den BSS-Vorschriften; nämlich einschließlich Wandlerfehler, Kontakteinfluß, für beide Phasenfolgen, ein- und gleichseitig:

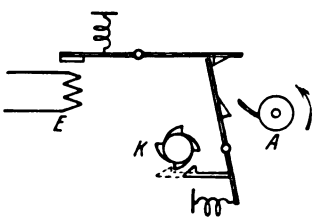


Abb. 1. Klinkwerk für mechanische Aufspeicherung der Impulse.

10 ··· 125 % Strom, $\cos\varphi = 1 : 0{,}5\,\%$, $\cos\varphi = 0{,}5 : 1\,\%$
5 ··· 10 % Strom, $\cos\varphi = 1 : 2{,}0\,\%$, $\cos\varphi = 0{,}5 : 2{,}5\,\%$

(Die verlangte Genauigkeit wird auch von Präzisionszählern deutscher Herstellung erreicht; Stromwandler der Klasse 0,2 sind im Bereich großer Lasten sogar überlegen.)

Verwendung finden 4 Zählertypen in Aronschaltung, die durch folgende Merkmale gekennzeichnet sind:

Fabrikat	A	B	C	D
Drehmoment . . . gcm	6,8	20	14	20 ··· 25
Drehzahl . . . . . U/min	40	28	24	16 ··· 24
Läufergewicht . . g	25	81	51	66
Bremsmagnete .	4	8	4	4
Lager	Saphir	Diamant	Diamant	Saphir
Meßwerke	2	4	2	2
Impulsgeber . . .	Kommutator	Nocke	Fallgewicht	Nocke
Spannungskreis . VA	2 · 10	2 · 6	2 · 7	2 · 17

Anlauf der Zähler erfolgt bei 0,5 %. Der Temperaturfehler ist max. 0,1 % je ° C bei $\cos\varphi = 1$. Kommen größere Änderungen als 25 ° vor, so wird die Temperatur künstlich auf ± 7,5 ° konstant gehalten. Verwendung finden nur Zeigerzählwerke, teils 7stellig, wobei der rechte Zeiger eine Umdrehung in höchstens 2 min macht und zu kurzzeitigen Kontrollmessungen verwendet wird. Lagerstein und Zapfen sind als ein Stück auswechselbar, angeblich ohne Nacheichung.

Bei den Blindverbrauchzählern wird der gleiche äußere Anschluß wie bei den Wirkverbrauchzählern und Unabhängigkeit von der Phasenfolge verlangt, aber nicht bei allen Zählern erreicht. Die richtige Phasenlage der Flüsse wird bewirkt bei Type A und C durch Vorwiderstände im Spannungskreis und parallel zur Stromspule, bei B durch getrennten Quadraturtransformator und bei D durch Anschluß an die Sternspannungen mittels einer getrennten Ersatzimpedanz. (Die beiden letzteren Schaltungen sind nicht zu empfehlen, weil die Angaben von der Symmetrie des Dreiecks der verketteten Netzspannungen abhängen.) Die Summenzählung wird mechanisch vorgenommen. Bei der Impulsgabe mit Kommutator ist die Impulsdauer von der Belastung abhängig; der Steuerstrom wird aber im Empfänger unterbrochen, wodurch auch Funken im Geber vermieden werden. Bei Betätigung des Schalters durch eine Nocke im Geber (Platinkontakte) wird der Funke durch Parallelwiderstand gelöscht. Bei beiden Anordnungen wird im Empfänger je Zähler ein Klinkwerk vorgetrieben, das eines der Sonnenräder eines Planetengetriebes vorwärts stößt. Die Impulse werden über mehrere Differentialgetriebe in „Pyramidenaufbau" summiert. Negative Impulse wirken mittels eines Zwischengliedes umgekehrt auf das Differential. Die Summenachse des letzten Differentials treibt das Summenzählwerk und den Maximumzeiger an und sendet weiter Impulse auf das Schreibgerät. Die Differentiale können bis zu 14 Summanden ausgeführt werden. Bei der Impulsgabe durch Fallgewicht ist die Impulsdauer von der Belastung unabhängig. Im Empfänger (Abb. 1) klinkt ein Elektromagnet *E* einen Hebel aus und stellt damit das Summierwerk bereit. Bei dem nächsten Vorbeigang eines ständig umlaufenden Armes *A* an der Stoßklinke, die dem betreffenden Zähler zugeordnet ist, wird der Impuls auf das Klinkwerk *K* übertragen. Der rotierende Schalter kann bis zu 4 Arme haben, entsprechend 4 Summanden. Gleichzeitig ankommende Impulse gehen nicht verloren.

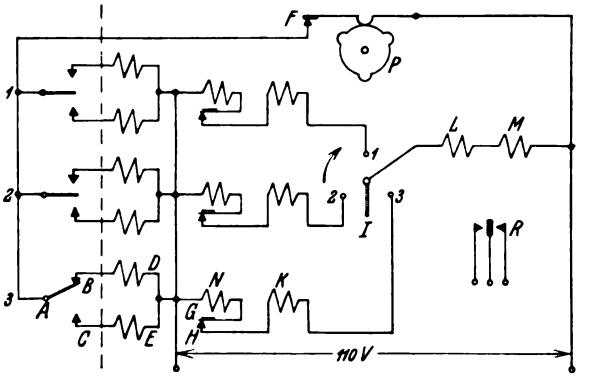


Abb. 2. Summierwerk mit elektrischer Aufspeicherung der Impulse.

Die bewährteste Summieranordnung ist die nach Abb. 2. Schließt Schalter *3* im Zähler den Kontakt *B*, so wird Spule *D* im Empfänger erregt. Anker *G* fällt ab und schließt *H*. Wenn der Arm des dauernd umlaufenden Schalters *I* den Kontakt *3* erreicht, fließt Strom durch *N*, das Fernzählwerk *K*, die Impulsspule *L* des Summierwerkes (Totalisator) und die Auslösespule *M* des Maximumwerkes. *N* bringt *G* in die Anfangsstellung zurück. Nocke *P* läuft synchron mit *I* um und unterbricht den Stromkreis von *D* während der Zeit, in der *I* seinen Kontakt schließt. Der Schalter *R*, der auf der Summenwelle sitzt, gibt Impulse auf das Schreibgerät. Bei Energierücklieferung wird ein negativer Impuls dadurch berücksichtigt, daß ein Subtraktionsrelais den nächsten positiven Impuls ausfallen läßt durch Unterbrechung des Stromkreises. Je Zähler rechnet man $3{,}5 \cdot 10^6$ Impulse im Jahr und mit 7 bis 8 Jahren Lebensdauer des Geberwerkes.

Von Schreibgeräten sind zwei Typen in Gebrauch. Type A: Tintenschreiber, Typenwelle vor dem Schreiben betintet durch einen Roller, Füllung alle 3 Monate, Papier mit Walzen aufgedrückt, Papierlänge 70 Tage, 5 Aufzeichnungen nebeneinander, Länge der sichtbaren Aufzeichnung 1½ h. Type B: Kohlepapier wird von 4 Fingern auf die Typenwelle gedrückt, alle 3 Monate ist das Papier umzudrehen bzw. zu erneuern, Papierlänge 40 Tage, 4 Aufzeichnungen, sichtbare Länge 8 h. Letztere Anordnung hat sich besser bewährt. Die Typenwelle wird durch die ankommenden Impulse weiter gedreht. Alle 30 min wird von der Hauptuhr über ein Relais ein Motor eingeschaltet, der mittels Nocken den Zählwerkstand in Kilowatt abdruckt, worauf das Zählwerk auf Null zurückgestellt und das Papier für den nächsten Druck vorgeschoben wird. Impulse, die während des Druckes kommen, werden durch eine Feder aufgespeichert und auf die Bewegung der Typenrolle freigegeben, wenn der Motor wieder stillsteht. An Stelle des Schreibgerätes verwendet eine

Digitized by Google

Firma den Maxigraphen (schreibenden Maximumzeiger) mit waagerechtem Schreibweg und 160 mm Schreibhöhe, der mit Silberwalze und präpariertem Papier arbeitet. Die Genauigkeit ist geringer, aber die Übersichtlichkeit größer als beim obenbezeichneten Schreibgerät. (S. James, Gen. electr. Rev. Bd. 5, S. 79; Henderson, J. Instn. electr. Engr. Bd. 75, S. 185.) *Be.*

Leitungen.

Hochspannungsmasten mit schwenkbaren Auslegern. — Hochspannungsmasten mit schwenkbaren Auslegern werden seit dem Jahre 1925 gebaut[1]). Der Zweck der schwenkbaren Ausleger ist, die Tragmaste bei Seilbruch fast vollkommen von Verdrehungsbeanspruchungen freizuhalten. Gleichzeitig wird außer einer erheblichen Verminderung des Mastgewichtes die Anordnung sämtlicher Seile in einer Ebene erreicht, eine Leitungsanordnung, die bekanntlich die größte Sicherheit gegen Zusammenschlagen der Seile bietet.

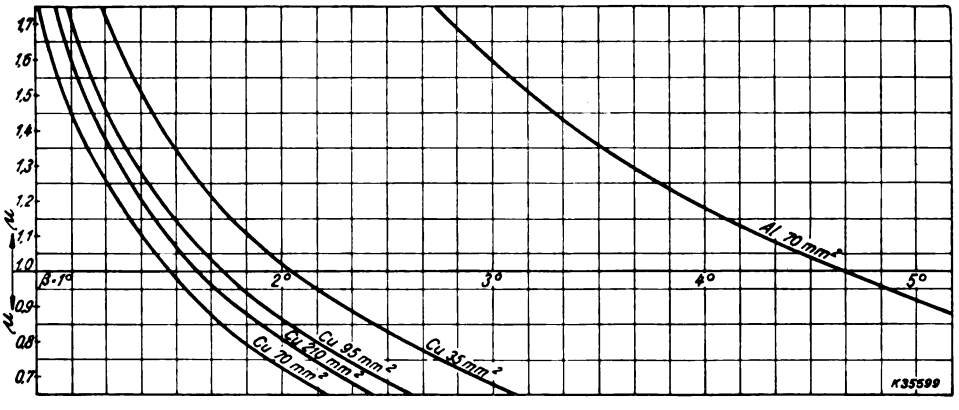


Abb. 3. Darstellung der Kennziffer für die Beweglichkeit drehbarer Ausleger bei den üblichen Seilquerschnitten.

Die AEG führt die Schwenkausleger mit geneigter Drehachse aus, weil dem Ausleger durch die Neigung der Drehachse eine gewisse Stabilität erteilt wird. Die Stabilitätskraft gewährleistet eine Begrenzung der Durchhangsänderungen bei Wind in Leitungsrichtung auf ein zulässiges Maß, d. h. die Seilabstände vom Erdboden bleiben oberhalb der durch die VDE-Vorschriften festgelegten Grenzen. Zum Beweis dessen wurde ein Berechnungsverfahren entwickelt, welches die genaue Ermittlung der Änderungen der Seildurchhänge bei Wind in Leitungsrichtung sowie bei ungleichmäßig herabfallender Eislast gestattet. Bei diesem Berechnungsverfahren wurde die Größe und Veränderlichkeit des Winddruckes bei verschiedenen Richtungswinkeln und die Veränderlichkeit der Stabilitätskräfte der Ausleger in Abhängigkeit von den Ausschwingungswinkeln berücksichtigt. Ferner wurde die elastische Bewegung der Seilaufhängepunkte, die Schrägstellung der Hängeketten sowie die Abhängigkeiten dieser Kräfte und Bewegungen voneinander untersucht. Durch ein Substitutionsverfahren wurde der Einfluß des Winddruckes auf jeden Ausleger in seiner Wirkung auf die Bewegung sämtlicher Seilaufhängepunkte ermittelt. Durch Summierung der Einzelwirkungen ergibt sich am Schluß der Rechnung die Gesamtverschiebung jedes Aufhängepunktes der Seile sowie die veränderte Seilspannung, aus welcher sich die Durchhangsveränderungen jedes Seiles in den Feldern ohne weiteres ergeben.

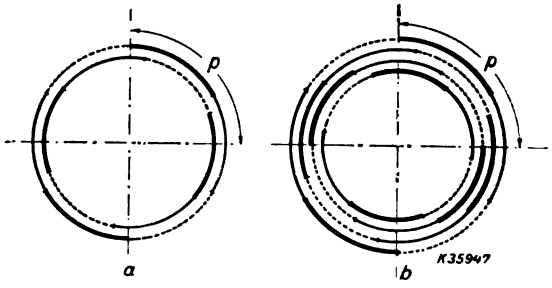
Es wurden weiter für alle üblichen Seilquerschnitte die Durchhangsveränderungen ermittelt. Die Festlegung einer Kennziffer für die Beweglichkeit schwenkbarer Ausleger gestattet die Darstellung der Beweglichkeit in Abb. 3 in übersichtlicher Form. Das Bild zeigt, daß bei Aluminiumseilen eine etwas größere Beweglichkeit vorhanden ist, als bei Cu-Seilen. Die Durchführung der Rechnung für alle üblichen Kupfer- und Aluminiumquerschnitte hat ergeben, daß die Durchhangsvergrößerungen innerhalb der durch die VDE-Vorschriften festgelegten Grenzen bleiben. Hiermit finden die günstigen Betriebserfahrungen, die mit schwenkbaren Auslegern mit geneigter Drehachse gemacht worden sind, ihre Bestätigung. (E. Iltgen, AEG-Mitt. 1934, S. 300.) *f.*

[1]) ETZ 1924, S. 717.

Elektromaschinenbau.

Neue polumschaltbare Wicklung. — Polumschaltbare Motoren erhalten im Ständer entweder getrennte Wicklungen für die einzelnen Polzahlen oder eine einzige polumschaltbare Wicklung. Die erste Bauart zeichnet sich durch einfache Schaltung und sehr gute Anpassungsfähigkeit an die Betriebsbedürfnisse aus, die zweite durch höheren Wirkungsgrad und bessere Ausnutzung, d. h. bei gegebener Leistung sind Abmessungen, Gewicht und Schwungmoment des Motors kleiner. Die Ausführung mit einer einzigen polumschaltbaren Wicklung beschränkte sich bisher vorwiegend auf das Polzahlverhältnis 2 : 1 (Dahlanderschaltung), weil bei den bekannten Wicklungen für andere Polzahlverhältnisse die Schaltung nicht einfach genug oder die Betriebseigenschaften des Motors vor allem beim Anfahren nicht befriedigend sind. Zur Beseitigung dieser Mängel wurde eine neue polumschaltbare Wicklung[1]) geschaffen, die sich für jedes beliebige Polzahlverhältnis eignet. Das Hauptmerkmal der neuen Wicklung, die gewöhnlich als Zweischichtwicklung mit Form- oder Träufelspulen ausgeführt wird, ist eine Verschachtelung der Phasenzonen. Dadurch werden die Oberfelder wirksam unterdrückt.

Die neue Wicklung läßt sich schrittweise aus der bekannten Zweischichtwicklung mit 120 ° Zonenbreite herleiten, bei der jede Phasenzone eine Breite von ⅔ der Polteilung hat und alle Spulen gleichsinnig geschaltet sind. Abb. 4 a zeigt für eine 4polige Maschine schematisch die Lage der Zonen am Umfang, und zwar für beide Schichten. Die Phasenzugehörigkeit ist dabei durch die Strichart angedeutet. Eine Vierschichtwicklung mit der gleichen Zonenbreite (Abb. 4 b) entsteht durch Überlagerung von 2 Zweischichtwicklungen nach Abb. 4 a. Die beiden Zweischichtwicklungen sind unter sich völlig gleich und um eine Polteilung gegeneinander versetzt; außerdem sind sie gegensinnig vom Strom durchflossen. Durch diese Anordnung werden alle geradzahligen Oberfelder unterdrückt, so daß die Vierschichtwicklung eine nahezu sinusförmige Feldkurve erzeugt. Diese Eigenschaft wird wie folgt auf die Zweischichtwicklung übertragen, die vorteilhafter für die Fertigung ist und eine bessere Ausnutzung des Nutenraumes gestattet: Jede 2. Spule der Vierschichtwicklung wird in allen Schichten ausgelassen, wie es in Abb. 5 a durch Unterbrechung der Zonen angedeutet ist. Dann werden die beiden äußeren Schichten zwischen die inneren geschoben, wodurch sich die neue Zweischichtwicklung nach Abb. 5 b ergibt. Diese Wicklung ist aus denselben Spulen aufgebaut wie die Ausgangswicklung nach Abb. 4 a, nur sind die Spulen anders als üblich verbunden. Bei fortlaufender Bezifferung längs des Ankerumfangs bilden die ungraden und graden Spulen für sich je eine gewöhnliche Dreiphasenwicklung mit 120 ° Zonenbreite, die möglichst genau um die Polteilung versetzt und



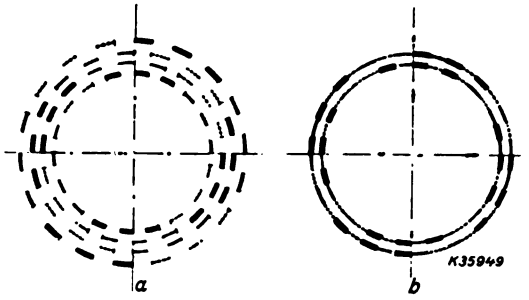
a Zweischichtwicklung *b* Vierschichtwicklung
p Polteilung

Abb. 4. Lage der Phasenzonen einer vierpoligen Zweischicht- und Vierschichtwicklung.

[1]) DRP 663701 und Auslandspatente.

Digitized by Google

miteinander verschachtelt sind. Diese Wicklungsverteilung läßt sich in gleicher Weise für jede andere Polzahl erreichen. Bei der Umschaltung von der einen auf die andere Polzahl kann sich — genau wie bei der ursprünglichen Zweischichtwicklung — nur die Phasenzugehörigkeit, aber nicht der Schaltsinn der Spulen ändern. Bei 2 Polzahlen lassen sich deshalb die Spulen immer zu 9 Wicklungsteilen zusammenfassen; die Phasen können bei jeder Polzahl in Stern oder Dreieck geschaltet werden. Damit ergeben sich 4 verschiedene Schaltungsmöglichkeiten, wodurch die Abhängigkeit der Motorleistung von der Drehzahl den Betriebverhältnissen weitgehend angepaßt werden kann. Besonders vorteilhaft ist die Δ/Δ-Schaltung mit nur 12 Klemmen. Man braucht in diesem Fall außer



a Vierschichtwicklung, jede zweite Spule ausgelassen
b Zweischichtwicklung, äußere und innere Schichten ineinander geschoben

Abb. 5. Umwandlung der Vierschichtwicklung in eine Zweischichtwicklung.

dem dreipoligen Umschalter für die Netzanschlüsse, der ebenfalls bei getrennten Wicklungen erforderlich ist, nur noch einen zweiten dreipoligen Umschalter für die innere Umschaltung der Wicklung. Die Ausnutzung der neuen Wicklung ist die gleiche wie bei der Zweischichtwicklung mit 120° Zonenbreite, d. h. etwa 15 % geringer als bei einer Wicklung ohne Polumschaltung, die Feldkurve ebenso oberwellenarm wie bei letzteren. Nach Messungen läßt sich durch Verwendung der neuen Wicklung gegenüber der Ausführung mit 2 getrennten Wicklungen beispielsweise eine Leistungssteigerung von 49 % bei der einen und 7½ % bei der andern Polzahl erreichen. Gleichzeitig steigt der Wirkungsgrad um 3,2 %, was in diesem Fall 20 % kleineren Verlusten entspricht. (E. W. Krebs, AEG-Mitt. 1934, S. 398.) *Sb.*

Apparate und Stromrichter.

Vielseitig verwendbarer Schultransformator. — Die Sekundärwicklung dieses Transformators besteht aus einer Anzahl voneinander unabhängiger Teilwicklungen, deren verschieden hohe Spannungen — entsprechend den Gewichtstücken einer Waage — beliebig zusammengesetzt werden können. Dieses Prinzip der Unterteilung, das in der Elektrotechnik bekanntlich schon bei Kondensatorbatterien und Meßwiderständen Anwendung findet, läßt sich nicht ohne weiteres bei Transformatoren anwenden, da man naturgemäß keine Teilwicklung kurzschließen darf. Die neue Schaltung umgeht diese Schwierigkeit dadurch, daß das Ende jeder Teilwicklung mittels eines einpoligen Umschalters entweder mit dem Anfang oder dem Ende einer anderen Teilwicklung verbunden werden kann. Im ersten Fall ist die Teilwicklung mit in Reihe geschaltet, im zweiten Fall ist sie ausgeschaltet. Diese neuartige Schaltung läßt sich praktisch für alle Stromstärken und Spannungen ausführen, sofern Wicklung und Schaltteile entsprechend bemessen sind. Der Schultransformator, Abb. 6, besitzt 8 sekundäre Teilwicklungen mit den Nennspannungen 40—40—20—10—4—3—2 und 1 V. Die erforderlichen 8 Umschalter sind hier durch 8 Doppelstecker ersetzt. Über jedem Doppelstecker ist die Spannung der zugehörigen Spule auf der Frontplatte angegeben. Die jeweils eingestellte Sekundärspannung läßt sich somit nach der Stellung der Doppelstecker ebenso bequem ablesen wie der eingestellte Widerstandswert bei Stöpselwiderständen. Im vorliegenden Fall kann man sekundär alle Spannungen von 1 bis 120 V in 1 V-Stufen einstellen. Der Schultransformator kann mittels Doppelsteckers in einfachster Weise auch als Spartransformator geschaltet werden, wodurch eine in 1 V-Stufen regelbare Sekundärspannung bis etwa 350 V erzielt wird. Primär läßt der Transformator sich je nach der Netzspannung an 110 bzw. 220 V anschließen. Zum Betrieb von Doppelweg-Gleichrichtern in Divisorschaltung lassen sich sekundär auch noch einige Spannungen mit Mittenanzapfung einstellen. Außerdem läßt sich der Schultransformator noch als feinstufig regelbare Induktivität für grundlegende Versuche aus der Lehre vom Wechselstrom verwenden. Hier sind

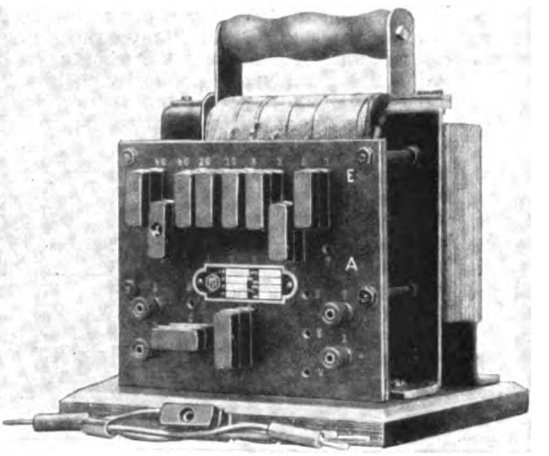


Abb. 6. Schultransformator.

besonders die Versuche über Strom- und Spannungsresonanz, Schwingungen und Phasenkippen zu nennen. (E. Aretz, Z. physik. chem. Unterr. Bd. 47, S. 206.) *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 367[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden für die Beglaubigung von Elektrizitätszählern mit Wirkung vom 1. April 1935 ab folgende Bestimmungen erlassen.

a) Bei der Beglaubigung von ein- und mehrphasigen Wechselstromzählern, die eine Systemnummer von 150 ab aufwärts tragen, sind die neuen (engeren) Beglaubigungsfehlergrenzen zugrunde zu legen, die in den Ziffern 41 A bzw. 43 A der von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt herausgegebenen „Prüfordnung für elektrische Meßgeräte vom 1. Januar 1933" angegeben sind[2]).

b) Ein- und mehrphasige Wechselstromzähler mit Systemnummern unter 150 können wie bisher auf Grund der alten Beglaubigungsfehlergrenzen gemäß den Ziffern 41 bzw. 43 der Prüfordnung für elektrische Meßgeräte beglaubigt werden, wenn sie nicht fabrikneu sind. Fabrikneue ein- und mehrphasige Wechselstromzähler, deren System unter einer niedrigeren Systemnummer als 150 zur Beglaubigung zugelassen ist, dürfen nicht mehr beglaubigt werden, sofern deren System nicht auf Antrag der Herstellerfirma eine neue Systemnummer über 150 von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zugeteilt worden ist.

c) Die Beglaubigung von Zählern als Meßwandlerzähler für alle Zählersysteme darf nur dann erfolgen, wenn die Zähler die neuen (engeren) Beglaubigungsfehlergrenzen für Meßwandlerzähler gemäß den Ziffern 42 A bzw. 44 A der genannten Prüfordnung für elektrische Meßgeräte innehalten.

Berlin-Charlottenburg, den 22. Dezember 1934.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark."

Neuartiges Anemometer. — Zur Feststellung und Messung von Luftwirbeln und Gasströmungen dienten bisher Hitzdrahtanemometer, bei denen die Schwankungen des Spannungsabfalles in dem stromdurchflossenen, erhitzten, dünnen Anemometerdraht infolge seiner Abkühlung durch die auf ihn treffenden Luftströmungen als Anzeigemittel dienen. Abgesehen von der Schwierigkeit der

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 57.
[2]) Zu beziehen durch Verlag J. Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Eichung, weisen derartige Anemometer eine verhältnismäßig große Trägheit ihrer Anzeige auf, so daß rasche Veränderungen in den Luftströmungen damit u. U. nicht festgestellt werden können. Bei dem neuartigen Anemometer wird nun nicht ein Hitzdraht, sondern die elektrische Entladung bei Atmosphärendruck zwischen einer Funkenstrecke von wenigen Tausendstel Zentimeter Schlagweite benutzt, da es sich gezeigt hat, daß der Spannungsabfall in der Glimmentladung einer solchen Funkenstrecke mit der Geschwindigkeit der quer zu ihr gerichteten Luftströmungen, wie sie z. B. bei Windtunnelversuchen auftreten, merkbar zunimmt. Die mittels Mikrometer verstellbaren Elektroden der Funkenstrecke bestehen aus Platin und sind in einem geeignet geformten Isolierbügel gelagert. Das Schaltbild der Meßanordnung ist in Abb. 7

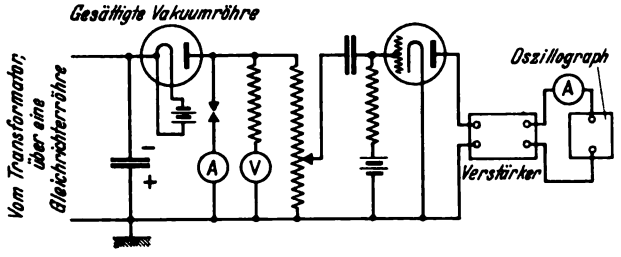


Abb. 7. Schaltplan der Glimm- und Meßanordnung.

dargestellt. Der einseitig geerdete Kondensator wird von einem Transformator über einen Gleichrichter auf etwa 5000 V aufgeladen und der Glimmentladungsstrom der Funkenstrecke mittels einer gesättigten Vakuumröhre unveränderlich gehalten, deren Heizstrom zwischen Null und 50 mA geregelt werden kann. Zur Messung der mittleren Spannung an der Funkenstrecke dient ein Mikrostromzeiger mit einem Vorschaltwiderstand von etwa 14 Megohm. Von dem im Meßkreis weiter vorgesehenen Spannungsteiler zweigt über einen Kondensator der Anschluß an eine gittergesteuerte Glühkathodenröhre ab, die mit einem zweistufigen Verstärker verbunden ist. An den Verstärker ist ein Oszillograph und ein Stromzeiger zur Messung der Effektivwerte angeschlossen. Außerdem sind im Schaltbild nicht dargestellte Filter vorgesehen, um die Frequenzempfindlichkeit der Anordnung auf ein Bereich zwischen 50 und 2500 Hz zu bringen. Wesentlich ist die Einhaltung gewisser Grenzen für den Glimmstrom der Funkenstrecke. Ein zu geringer Glimmstrom führt zu fadenförmigen Entladungen bei hoher Spannung. Ein zu großer Glimmstrom bedingt übermäßige Erwärmung und Abbrand der kathodischen Elektrode. Die Schlagweite der Funkenstrecke liegt zweckmäßig zwischen 0,010 und 0,025 cm. Eine zu geringe Schlagweite läßt die Anordnung gegen Geschwindigkeitsänderungen des Luftstromes zu unempfindlich werden, wogegen eine zu große zu ungleichförmigen, zwischen Funken und Glimmlicht liegenden Entladungen führt, die die Messungen unsicher gestalten. Abb. 8 stellt die Spannungsänderungen an der Funkenstrecke abhängig von der Geschwindigkeit des Luftstromes bei 14 mA Glimmstrom dar. Die Empfindlichkeit der Anordnung ist etwa 100-mal so groß wie die eines Hitzdrahtanemometers, wobei die Spannungsänderungen der Glimmentladung, wie Vergleichsversuche zeigten, sehr genau die rechnungs- und versuchsmäßig zu erfassenden Wirbelvorgänge der Luft z. B. hinter Zylindern und Platten wiedergeben. Die neuartige Anordnung läßt sich auch mit Hilfe eines Wechselstromes bekannter Frequenz leicht eichen, wodurch die den Änderungen der Luftgeschwindigkeit entsprechenden Spannungsänderungen an der Glimmentladestrecke festgestellt werden. Die Aufnahmen mit dem an den Verstärker angeschlossenen Oszillographen geben ein getreues Abbild der Frequenz der Luftwirbel. Der Elektrodenabbrand während der Messungen hat nach Angaben des Verfassers bei nicht zu hohem Glimmstrom keinen nachteiligen Einfluß auf die Meßergebnisse, da die Eichlinien nur wenig voneinander verschiedener Schlagweiten bei der gleichen, mittleren Luftgeschwindigkeit nahezu vollkommen übereinstimmen. Im Gegensatz hierzu ändert sich die Eichung der herkömmlichen Hitzdrahtanemometer infolge des Niederschlages von Staubteilchen u. dergl. auf dem Heizdraht von Tag zu Tag. (F. C. Lindvall, Electr. Engng. Bd. 53, S. 1068.) *O. N.*

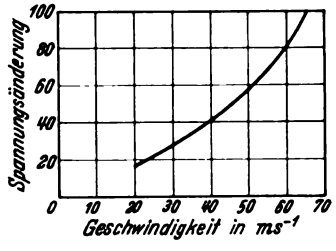


Abb. 8. Eichlinie des Anemometers.

Beleuchtung.

Straßenbeleuchtung. — Auf einer durch künstliche Lichtquellen beleuchteten Straße werden die auf ihr auftauchenden Objekte im allgemeinen als dunkle Silhouetten gegen die relativ hellere Straßenoberfläche wahrgenommen. J. M. Waldram hat den Einfluß der Reflexion der Straßendecke und der Anordnung und Lichtverteilung der Lichtquellen auf die Leuchtdichteverteilung der Straße untersucht. Es sind vor allem zwei Faktoren, die die Erscheinung des Straßenbildes beeinflussen: Die Reflexionseigenschaften der Straßenoberfläche und die Perspektive. Unter dem Einfluß der Perspektive drängen sich die vom Beobachter weiter entfernten Straßenabschnitte immer mehr zusammen und die unvollkommene (teilweise spiegelnde) Reflexion der Straßendecke ergibt eine der Zahl der Lichtquellen entsprechende Aufeinanderfolge von leuchtenden Streifen auf der Straßenoberfläche. Die Leuchtdichte eines Punktes der Straßenoberfläche hängt außer von der Lichtstärke und dem Abstand der Lichtquelle vom Einfallswinkel des auftreffenden Lichtes, vom Reflexionswinkel und vom Winkel, den die Einfalls- und Reflexionsebenen miteinander bilden, ab. Der Zusammenhang zwischen Leuchtdichte und Beleuchtungstärke auf der Straßenoberfläche ist von Waldram durch Messungen an einer Versuchsanlage mit einer 400 W Quecksilber-Hochdrucklampe (Aufhängehöhe 7,6 m) ermittelt worden. Das Material der Straßendecke bestand aus einer zweifachen Asphaltschicht, die eine 18monatige Abnutzungsdauer hinter sich hatte. Zur Leuchtdichtemessung wurde außer einem subjektiven Leuchtdichtemesser eine photographische Methode benutzt. Bei der letzteren wird eine Aufnahme des untersuchten Straßenabschnittes gemacht, wobei der Teil der Platte abgedeckt wird, auf den das Bild der Lichtquelle fallen würde. Außerdem wird das Objektiv der Kamera gegen das direkte Licht der Lichtquelle abgeschirmt. Im Laboratorium wird dann mit der gleichen Kamera unter den gleichen Belichtungsbedingungen auf den vorher abgedeckten Stellen der Platte eine Skala bekannter Leuchtdichte der gleichen Lichtart aufgenommen. Die Schwärzung der Platte wird mit einem registrierenden Mikrophotometer gemessen, wobei die Auswertung der Leuchtdichteskala die Eichkurve liefert.

Die von den Lichtquellen erzeugten Lichtstreifen haben im allgemeinen eine T-förmige Gestalt, die um so ausgeprägter ist, je größer der Abstand des Beobachters von der zugehörigen Lichtquelle ist. Das Maximum der Leuchtdichte liegt weder an der Stelle, wo das Maximum der Horizontalbeleuchtung auftritt, noch dort, wo bei Annahme spiegelnder Reflexion ein Bild der Lichtquelle auftreten würde, sondern ungefähr da, wo das Maximum der Vertikalbeleuchtung einer der Lichtquelle zugewandten Fläche auftritt. Nur bei nasser Straßenoberfläche fiel das Maximum der Leuchtdichte mit dem Bildpunkt zusammen. Jenseits der Lichtquelle ist die Leuchtdichte praktisch gleich Null. Aus den Versuchen ist die Abhängigkeit des Verhältnisses Leuchtdichte/Vertikalbeleuchtung von Einfalls- und Reflexionswinkel für verschiedene Winkel zwischen Einfalls- und Reflexionsebene bestimmt worden. Hieraus kann unter Zuhilfenahme der Lichtverteilungskurve der verwendeten Lichtquelle die Leuchtdichte der verschiedenen Punkte der Straßenoberfläche berechnet und in ein perspektivisches Netz des Straßenbildes eingetragen werden. Im perspektivischen Bilde des Straßenzuges ist der Fluchtlinie der Lichtquellen eine Bildpunktlinie zugeordnet, die die Spiegelbilder der Lichtquellen auf der Straßenoberfläche miteinander verbindet. Bei Seitenaufhängung bildet diese Linie die Grenze zwischen dem infolge der Reflexion leuchtenden und dem dunklen Teil der Straße, wobei die beiden zwischen den Straßenrändern und den Bildpunktlinien liegenden Teile hell, der mittlere Teil zwischen den Bildpunktlinien dagegen dunkel ist. Der aufgehellte Teil der Straßenbreite ist nur von der Aufhängehöhe H abhängig. Seine Größe ist $H/(H + h)$ (h = Augenhöhe über der Straße). Die Lage der leuchtenden Streifen ändert sich bei seitlicher Bewegung des Beobachters, aber ihre Breite bleibt unverändert und hängt nicht von der Straßenbreite ab. Für den Kraftfahrer, der seine Aufmerksamkeit auf den etwa 100 m vor dem Fahrzeug liegenden Straßenabschnitt konzentriert hat, wird die Leuchtdichte dieses Abschnittes im wesentlichen von den zwischen 100 und 200 m liegenden Lichtquellen geliefert. Für Rad-

Digitized by Google

fahrer und Fußgänger kommt dagegen der näher liegende Straßenabschnitt in Betracht. Die Lichtstärke der Lichtquellen soll demzufolge auch noch bis zu einem Ausstrahlungswinkel von 90° genügende Intensität besitzen. Die hiermit verbundene Erhöhung der Blendungsgefahr fällt nach Ansicht des Verfassers bei genügender Leuchtdichte der Straßenfläche weniger ins Gewicht. (J. M. Waldram, Illum. Engr. Bd. 27, S. 305.) *Frh.*

Installation.

Elektrische Hausinstallation. — In England hat die Elektrisierung des Haushaltes schon erhebliche Fortschritte gemacht. In einer großen Anzahl von Häusern sind nicht nur die Küchen elektrisch, sondern auch die gesamte Raumheizung. In einem Haushalt, bei dem 8,6 kW Heizöfen, 5,85 kW im Elektroherd, 2,05 kW für Wasserkocher und Brotröster, 0,5 kW in Bügeleisen, 0,9 kW im Heißwasserspeicher, 0,9 kW für Beleuchtung, insgesamt also 18,8 kW installiert waren, wurde ein Jahresstromverbrauch von 6620 kWh erzielt, wobei auf den Heißwasserspeicher allein 1758 kWh entfielen.

In Abb. 9 ist der monatliche Stromverbrauch aufgetragen, wobei zu beachten ist, daß das Haus im Dezember und Juni nur teilweise bewohnt war. Die höchste auftretende Belastung betrug 12 kW, also etwa 60 % vom Anschlußwert. Die elektrischen Einrichtungen haben sich gut bewährt. Es war lediglich nötig, als Zusatz zu dem Elektroherd eine direkt geheizte Bratpfanne anzuschaffen, da diese wesentlich schneller und wirtschaftlicher arbeitet als die Kochplatte. Die Heizung des Badezimmers mit an der Wand befestigten Strahlöfen hat sich als praktisch erwiesen. Voraussetzung für ein befriedigendes Arbeiten ist natürlich eine reichliche Bemessung der Leitungsanlage, vor allem, wenn in jedem Zimmer auch größere Öfen von 2 oder 3 kW Anschlußwert angeschlossen werden sollen. Um eine gute Übersicht über die gesamte Installationsanlage jederzeit zu haben, empfiehlt es sich, neben die Verteilungstafel einen vereinfachten Installationsplan aufzuhängen, aus dem sowohl die Leitungsquerschnitte als auch die Nennstromstärken der Sicherungen erkennbar sind. (E. H. W. Banner, Electr. Rev., Lond., Bd. 115, S. 308.) *Mö.*

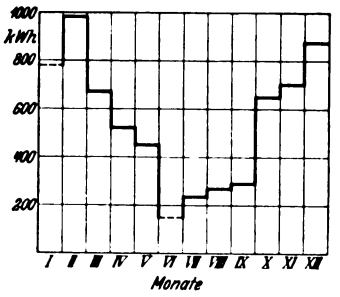


Abb. 9. Monatlicher Stromverbrauch eines vollelektrischen Wohnhauses.

Bahnen und Fahrzeuge.

Der selbsttätige Streckenblock auf den Niederländischen Eisenbahnen. — Im Jahre 1926 wurde der erste selbsttätige Streckenblock in den Niederlanden in Betrieb genommen. Ausgerüstet sind bis heute 5 Strecken entsprechend 50 km Doppelgleis mit 44 selbsttätigen und 24 halbselbsttätigen Haupt- und Vorsignalen, im Ausbau bzw. geplant 30 km Doppelgleis mit 24 selbsttätigen und 18 halbselbsttätigen Haupt- und Vorsignalen auf Dampfstrecken und 14 km Doppelgleis mit 20 selbsttätigen und 9 halbselbsttätigen Signalen auf elektrisch betriebenen Strecken. Als halbselbsttätige Signale sind hierbei solche bezeichnet, die zur Einfahrt in selbsttätige Blockabschnitte ihre Zustimmung geben und hierzu von Hand bedient, auf „Halt" bzw. „Vorsicht" aber durch den Zug gestellt werden. Da die Länge eines Blockabschnitts wesentlich größer ist als mit einem isolierten Gleisabschnitt gegangen werden kann (Gleichstrom-Gleisstromkreise wurden freilich schon bis 1800 m Länge ausgeführt), wurde jeder Blockabschnitt in mehrere isolierte Abschnitte mit je einem Gleisrelais und je einer Gleisstromquelle aufgeteilt und die Verbindung jeder Stromquelle mit dem Gleis von dem benachbarten Relais abhängig gemacht, so daß das Gleisrelais nahe dem Signal den Zustand des ganzen Blockabschnitts anzeigt. Nur für die Gleisströme der elektrisch betriebenen Strecken wurde Wechselstrom gewählt, für die übrigen Strecken mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten der Stromversorgung Gleichstrom. Als Stromquellen dienen Ätznatronelemente, die eine wäßrige Lösung von NaOH, einen positiven Kupferoxydpol und einen negativen Zinkpol enthalten, deren Kapazität 500 Ah, deren Anfangspannung 0,7 V, deren Endspannung 0,6 V beträgt. Die größeren Batterien (für ein Signal 16 Elemente in Reihe) sind in Betonschächten untergebracht. Für die Gleisstromkreise sind 2 Elemente parallel geschaltet; für diese rechnet man mit einer Lebensdauer von ¾ bis 1 Jahr, für die Blocksignalbatterien mit 1¼ bis 1½ Jahren, für die Vorsignalbatterien mit 2½ bis 3 Jahren. Z. Z. werden auch Versuche mit Elementen französischen Ursprungs gemacht, bei denen der Kupferoxydpol durch einen Kohlepol ersetzt ist. Als Gleisrelais ist nach anfänglichem Einbau eines ähnlichen Relais, bei dem sich jedoch bei einigen 100 eingebauten Stücken nie ganz geklärte Korrosionserscheinungen an den Kontakten zeigten, eine amerikanische Bauart verwendet

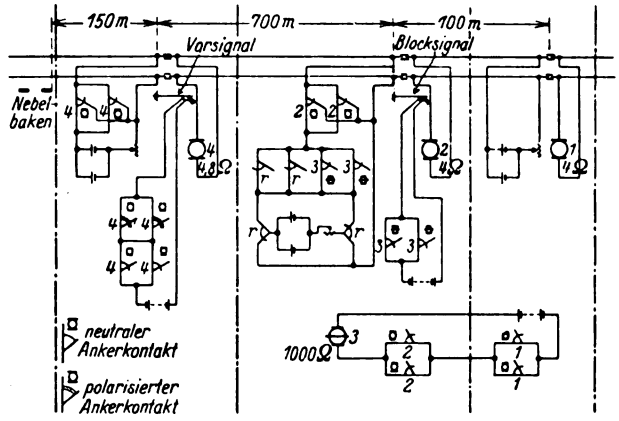


Abb. 10. Schaltung des selbsttätigen Streckenblocks an Vor- und Hauptsignal.

worden, bei der sämtliche Kontakte in einem unterhalb des Magneten angeordneten gläsernen Gehäuse untergebracht sind, auf dessen Deckel die Anschlußpunkte liegen. Das Relais braucht 60 mA zum Anziehen und fällt bei 40 mA ab. Umfangreiche Versuche sind auch mit Relais anderen Ursprungs gemacht worden, jedoch haben die englischen und französischen Bauarten gar nicht befriedigt, da bei ihnen leicht eine Art Schwebezustand des Relaisankers eintritt. Eine deutsche Bauart (VES) hat sich als der amerikanischen Bauart durchaus gleichwertig erwiesen. Als Isolierstoß dient der „Weberstoß", bei dem die hölzerne Lasche durch ein schweres Profileisen verstärkt ist, das durch Fiberplatten und um die Laschenbolzen gelegte Fiberringe von den Schienen isoliert ist. Als Schienenverbinder sind doppeldrähtige Gummikabel verwendet, die mittels eines eisernen Befestigungsstückes an der Schiene angeklemmt sind. Der Signalantrieb enthält einen Gleichstrom-Reihenschlußmotor von 8 bis 10 V, der für das Stellen des Hauptsignalarmes auf „Fahrt" 2,5 A erfordert und dazu 3 bis 4 s braucht. Gehalten wird der Arm durch einen 10 mA erfordernden Festhaltemagneten. Als Beleuchtung dient eine Petroleum-Dauerbrandlaterne (Brenndauer 1 Woche). Die Abhängigkeit des Vorsignals vom Hauptsignal ist dadurch erreicht, daß (s. Abb. 10) zwischen Haupt- und Vorsignal ein isolierter Gleisabschnitt geschaffen und am Vorsignal ein Relais mit einem neutralen und einem polarisierten Anker angeordnet ist. Die Lage des neutralen Ankers ist nur davon abhängig, ob der Abschnitt zwischen den beiden Signalen frei ist, der polarisierte Anker jedoch von der Stromrichtung durch das Relais, d. h. der Fahrtstellung des Hauptsignals. Der Vorteil dieser Anordnung liegt u. a. in dem Wegfall von Leitungen zwischen beiden Signalen.

Die bisherige Blockstreckeneinteilung wurde nicht überall beibehalten; war doch einer der Hauptgründe für die Einführung des selbsttätigen Streckenblocks die Möglichkeit, die Blockzahl ohne Errichtung neuer Blockwerke zu erhöhen. Beachtlich ist, daß auf manchen Strecken die Blockzahl für beide Gleise verschieden ist, um den Verkehr so elastisch wie möglich zu gestalten, und daß hinter jedem Hauptsignal noch eine Schutzstrecke von 100 m (Abb. 10) eingelegt ist. Die Verbindung zwischen einem Signal und dem vorherliegenden ist derart getroffen, daß das vorhergehende Signal beim Übergang auf Fahrt nicht von der Stellung des folgenden Signals, sondern von der Stellung des folgenden Linienrelais abhängig ist, so daß also jedes Signal erst auf Fahrt geht, wenn der folgende Abschnitt frei ist. Diese Anordnung bietet Vorteile, wenn ein Arbeitswagen unterwegs aus dem Gleis gehoben wird. Beim Übergang von selbsttätigem auf handbedienten Streckenblock kann das Gleisrelais der letzten Schutzstrecke erst anziehen, wenn das Einfahrt- oder Blocksignal auf Halt gebracht ist; beim umgekehrten Übergang hat das letzte Signal im

Digitized by Google

handbedienten Block eine magnetische Haltsperre, die erst nach Freiwerden des nächsten Blockabschnitts ausgelöst ist. Die Zahl der Störungen an der Signalanlage ist gering; sie beträgt etwa eine Störung je 100 000 Signalbedienungen. (Verstegen, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. Bd. 89, S. 85.) *Spi.*

Verkehr auf der Pariser Stadtbahn. — Die Pariser Untergrundbahn hat es sich zur besonderen Aufgabe gemacht, den Straßenbahnverkehr möglichst vollkommen zu ersetzen, und dank den zu diesem Zweck geschaffenen Einrichtungen ist ihr Verkehr auch außerordentlich angewachsen. Im Jahre 1930 wird die Zahl der beförderten Personen zu 900 Mill bei einem zweigleisig ausgebauten Netz von etwa 120 km Streckenlänge angegeben, das sind je Streckenkilometer rd. 7,5 Mill Personen. Dieselbe Zahl wird für New York auf 5,8 Mill angegeben und für London noch niedriger eingeschätzt. Der große Pariser Verkehr ist, abgesehen davon, daß in den Geschäften und Büros eine zweistündige Mittagspause gemacht wird, während welcher die meisten Beschäftigten nach Hause fahren, darauf zurückzuführen, daß die Stationsentfernung an sich sehr klein und die Linienführung so gewählt wurde, daß in der Innenstadt kaum eine Stelle zu finden ist, die weiter als 700 m von einer Station entfernt ist, während die durchschnittliche Entfernung sogar weniger als 400 m beträgt.

Die normale Zugeinheit ist ein 5-Wagen-Zug, Wagenlänge 14,2 m, dessen erster und letzter Wagen Triebausrüstung haben. Insgesamt sind 1311 Triebwagen und 1263 Anhänger vorhanden. Auf der neuen Porte de Charenton-Linie sind 7-Wagen-Züge eingesetzt. Der 5-Wagen-Zug faßt 600 Fahrgäste, hat eine Beschleunigung von 0,7 m/s² und eine Bremsverzögerung von 0,8 m/s², die Höchstgeschwindigkeit beträgt 50 km/h, die Reisegeschwindigkeit etwa 25 km/h. Die Haltezeit auf den Stationen ist auf 30 s festgesetzt, obgleich bereits vielfach 20 s genügen. Jeder Triebwagen hat 4 Motoren von je 175 PS Stundenleistung. Die Wagen sind mit Sprague-Thomsen-Steuerung mit Stromüberwachungsrelais zur selbsttätigen Anfahrt ausgerüstet. Zur Speisung dient Gleichstrom von 600 V mit dritter Schiene. Auf der Nord-Süd-Strecke ist ein 3-Leiter-System angewendet worden, derart, daß dem ersten Wagen + 600 V von einer Oberleitung zugeführt wird, dem letzten Wagen dagegen von der dritten Schiene — 600 V, während die Fahrschienen geerdet sind. Dies System soll sich auch gut bewährt haben, wird aber als reichlich kompliziert angesehen.

Die Wagen sind aus Eisen; um Anstrichunterhaltung zu ersparen, sind emaillierte Verkleidungsbleche verwendet. In jeder Wagenlängsseite sind zwei Doppelschiebetüren mit selbsttätiger elektropneumatischer Schließvorrichtung eingebaut, und es sind selbsttätig zurückschwingende Notausstiegleitern vorgesehen.

Die Reinigung der Wagen erfolgt nachts; jeden fünften Tag nach 1500 km wird eine Untersuchung vorgenommen. Nach je 40 000 km wird eine Überholung aller Apparate durchgeführt. Die Anhänger werden alle Jahre untersucht. Zur Durchführung dieser Arbeiten wurde zu den vorhandenen Werkstätten in Porte de Choisy eine Werkstatt für die Instandhaltung von 500 Triebwagen und 200 Anhängern mit einer Gefolgschaft von 500 Mann eingerichtet. Für das Abwaschen der Tunnelwände ist ein besonderer Waschwagen vorhanden. 42 Aufzüge und 23 Rolltreppen erleichtern den Verkehr an besonders tiefliegenden Stationen und Bahnkreuzungen.

Dank der sorgfältigen Überwachung beträgt trotz der starken Verkehrsteigerung, in 30 Jahren von 6 Mill auf über 200 Mill Wagenkilometer, die durch Schäden verursachte Verspätung je Wagen und 1000 Dienststunden kaum 1 min. Dabei kamen auf je 160 000 Wagenkilometer im Jahre 1930 8,04 gegen 10,02 Störungen im Jahre 1926. Davon waren im Jahre 1930 47 % auf die elektrische Ausrüstung, 32 % auf die Signaleinrichtungen, 3 % auf mechanische Einrichtungen und 18 % auf verschiedene andere Ursachen zurückzuführen.

Die Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen, es sind noch große Erweiterungen auf den Außenstrecken geplant. (Th. Rich, Engineering Bd. 135, S. 372.) *Bw.*

Weichen- und Signalfernsteuerung bei einer amerikanischen Eisenbahn. — Der Illinois-Bezirk der Missouri-Pacific-Bahn besitzt innerhalb der 145 km langen Strecke East—St. Louis—Howardton einen 45 km langen eingleisigen Abschnitt. Etwa in der Mitte dieses Abschnitts, in Ford, befinden sich zwei Überholungsgleise (Abb. 11). Die Signale und Weichen wurden bisher durch

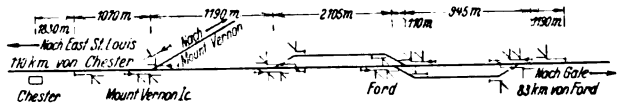
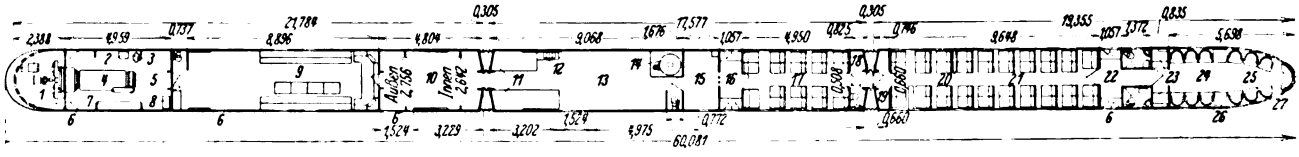


Abb. 11. Lage der Weichen und Signale.

ein in der Befehlstelle Ford befindliches mechanisches Stellwerk mit 20 Hebeln gesteuert. Blockabhängigkeit bestand nicht. Der dichte Zugverkehr — täglich 4 Personen- und 16 bis 18 Güterzüge über Ford, ferner 2 Personen- und 8 Güterzüge auf dem Abzweig Chester—Mount Vernon — gab Anlaß zur Errichtung eines elektrischen Stellwerks in dem 6,5 km von Ford entfernt gelegenen Bahnhof Chester; die Befehlstelle in Ford wurde aufgehoben. Die Anlage umfaßt 5 Weichen, 5 doppelte und 4 einfache Hauptsignale, 2 doppelte Vorsignale und 4 Befehlsignale (sämtlich Tageslichtsignale). Die doppelten Hauptsignale, die vor den Weichenspitzen stehen, zeigen am oberen Signal Grün, Rot und Gelb und regeln den durchgehenden Verkehr; das untere Signal mit Gelb und Rot dient zur Regelung der Fahrt in den Abzweig. Mit den Befehlsignalen werden die Zugfahrten in den Überholungsgleisen geregelt. Das Stellwerk in Chester besitzt 5 Hebel und ein beleuchtetes Gleisschaubild. Jeder Hebel besteht aus einem zweipoligen Umschaltkontakt, der in Ruhe in der Mittelstellung steht und bei Fahrt im Hauptgleis nach oben, bei Fahrt in den Abzweig nach unten gelegt wird. Die Signale arbeiten selbsttätig in Abhängigkeit von der vom Stellwerk aus gesteuerten Weichenstellung und von der Richtung, aus der sich der Zug nähert. Die Aufgabe der Befehlstelle Ford erspart jährlich etwa 5000 $ bei nur 13 000 $[1]) Kosten für die Errichtung der neuen Anlage. (Rly. Age Bd. 95, S. 731.) *Spi.*

Dieselelektrische Schnelltriebwagen der Chikago-Burlington-Quincy-Bahn. — Die Bestrebungen der Deutschen Reichsbahn nach Beschleunigung des Reiseverkehrs durch Einführung schnell fahrender Dieseltriebwagen nach Art des „Fliegenden Hamburgers" haben auch die Bahnverwaltungen anderer Länder veranlaßt, diesem Vorgehen zu folgen. So hat u. a. auch die Chikago-Burlington-Quincy-Bahn einen dreiteiligen dieselelektrischen Schnelltriebwagen mit einer Höchstgeschwindigkeit von rd. 175 km/h, „Zephyr" genannt, in Dienst gestellt, nachdem der Wagen in verschiedenen Ausstellungen der Öffentlichkeit vorgeführt worden ist. Der Wagen ähnelt in der äußeren Bauform, die auf möglichst geringen Luftwiderstand hinwirkt, der des „Fliegenden Hamburgers", weist aber in der Gesamtanordnung, der Platzverteilung und der Maschinenanordnung doch wesentliche Abweichungen auf (Abb. 12).

[1]) 1 $ = 4,2 RM Goldparität. Heutiger Kurs: 1 $ = rd. 2,5 RM.



1	Führerstand	7	Hochspannungs-	11	Kühlraum für Fische	17	20 Sitzplätze	23	Handgepäck
2	Ölkühler		raum	12	Briefach	18	Schrank	24	12 Sitzplätze
3	Ölfilter	8	Niederspannungs-	13	Gepäck	19	Handgepäck	25	Aussichtsturm
4	Dieselmotor		raum	14	Heizkessel	20	Tisch	26	Klapptisch
5	Maschinenraum	9	Post	15	Küche	21	40 Sitzplätze	27	Tisch
6	Tür	10	Postlager	16	Ein- und Ausgang	22	Ein- und Ausgang		

Abb. 12. Dieselelektrischer Schnelltriebwagen der Chikago-Burlington-Quincy-Bahn.

Digitized by Google

Der Wagen ist dreiteilig und ruht auf 4 Drehgestellen, von denen die beiden mittleren als Jakobs-Gestelle ausgebildet sind. Die 3 Wagenteile sind durch Faltenbälge miteinander verbunden, die in der Fläche der Seitenwände angeordnet sind, um Luftwirbelungen möglichst zu vermeiden.

Bemerkenswert ist die Platzverteilung. Im Gegensatz zu den in Deutschland gebauten und in Vorbereitung befindlichen Schnelltriebwagen ist etwa die Hälfte des Wagenraums für die Beförderung von Post, Expreßgut und Gepäck (etwa 50 t) vorgesehen. Sogar Fischbehälter fehlen nicht. Infolgedessen ist die Zahl der Sitzplätze im Verhältnis zur Wagenlänge (rd. 60 m) und zum Wagengewicht (rd. 198 t) ziemlich klein, nämlich 72 Plätze. In Amerika weist man also den Schnelltriebwagen ebenso umfangreiche Verkehrsaufgaben zu wie den Reisezügen, und zwar auf Kosten des Raums zur Beförderung von Reisenden, während in Deutschland die Beförderung von Post und Expreßgut auf ganz kleine Mengen beschränkt und fast der gesamte Wagenraum zur Beförderung von Reisenden benutzt wird. Ob der in Amerika beschrittene Weg nicht gegenüber der deutschen Praxis vorzuziehen ist, wird sich erst in Zukunft zeigen. Jedenfalls ist die heutige Bauform der Schnelltriebwagen in Deutschland gegenüber den mannigfachen Anforderungen des Verkehrs nicht in gleicher Weise anpassungsfähig wie der Lokomotivbetrieb. Diese Erkenntnis hat bei der Grundrißgestaltung des „Zephyr" mitgewirkt.

An einem Ende des Wagens ist ein Aussichtsraum mit 12 Sitzplätzen angeordnet, was dadurch ermöglicht wurde, daß nur ein Führerstand angeordnet ist. Der Wagen kann daher nur in einer Richtung fahren und muß beim Wechsel der Fahrtrichtung gedreht werden, indem er über ein Gleisdreieck gefahren wird. Wie in Amerika meistens üblich, ist der Dieselgenerator oben im Wagenkasten, und zwar hinter dem Führerstand, angebracht. Infolgedessen konnte ein verhältnismäßig langsam laufender 600 PS starker Dieselmotor (750 U/min) verwendet werden. Die elektrische Ausrüstung bietet nichts Besonderes.

Der Wagen ist mit einem selbsttätigen durch Öl geheizten Dampferzeuger versehen, dessen Dampf nicht unmittelbar zur Heizung der Fahrgasträume verwendet wird, sondern durch Vermittlung besonderer Lufterneuerungseinrichtungen, mit denen jedes der beiden für Reisende bestimmten Wagenteile ausgerüstet ist.

Die Fahrgasträume sind im übrigen bequem ausgestattet. Eine Küche ist ebenso wie beim „Fliegenden Hamburger" vorhanden. Die Speisen werden den Fahrgästen an ihren Plätzen dargereicht. Die Anordnung aller Sitze in Fahrtrichtung scheint allerdings dafür wenig Platz zu bieten. (Rly.-Age Bd. 96, S. 533.) *sb.*

Bergbau und Hütte.

Photoelektrische Zelle zum Öffnen und Schließen von Wettertüren. — Auf der Nemacolin-Grube der pennsylvanischen Buckeye Coal Co. steht ein neuartiges Verfahren in Anwendung, das zum Schließen und Öffnen von Wettertüren sich photoelektrischer

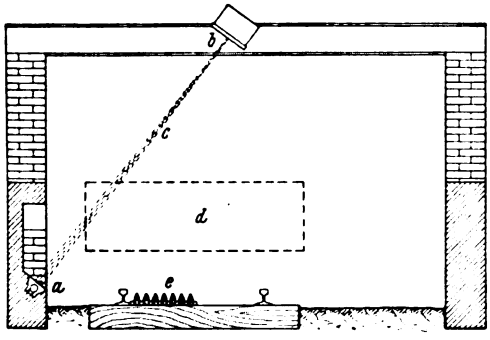


Abb. 13. Anwendung einer photoelektrischen Zelle.

Zellen bedient und nach folgenden Grundgedanken arbeitet. Eine Lichtquelle *b* wirft einen durch eine Linse gesammelten Strahl *c* auf die photoelektrische Zelle *a*. Wenn nun ein vorbeifahrender Zug *d* diesen Strahl auffängt (Abb. 13), der dann nicht mehr die Zelle trifft, so hat dies zur Folge, daß ein Kontakt und dadurch mittelbar die Tür geöffnet wird. Eine entsprechende Einrichtung schließt die Tür wieder. Die Lichtquelle befindet sich dicht über der Sohle in einer Mauernische, während die Photozelle in der Mitte der Streckenfirste angeordnet ist. Der Lichtstrahl verläuft nicht senkrecht zur Strecke, sondern unter einem Winkel von 45 °, wobei der Strahl dann ununterbrochen von dem Zuge aufgenommen wird, während der Lichtstrahl bei senkrechtem Verlauf jedesmal zwischen zwei Förderwagen eine Unterbrechung erfahren würde. Um nun zu vermeiden, daß ein zwischen den Schienen gehender Mann den Lichtstrahl auffängt, ist unmittelbar vor der Lampe auf der Sohle zwischen den Schienen eine Schutzvorrichtung *e* angebracht, die den Mann zum Ausweichen zwingt. Solange ein Mann sich auf der für die Fahrung vorgesehenen Streckenseite befindet, kann der Strahl durch diesen Mann nicht aufgefangen werden. Für jede Seite der Wettertüren ist eine solche Einrichtung vorgesehen, da-

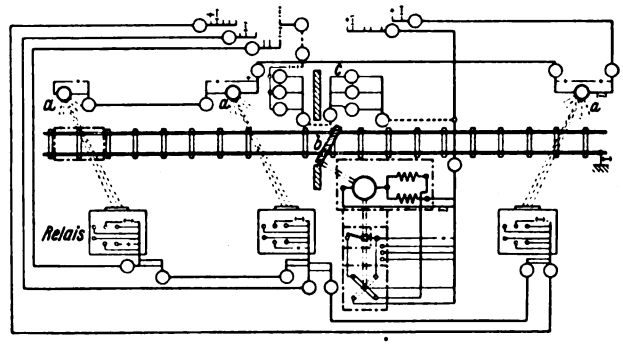


Abb. 14. Schaltanordnung der Gesamtanlage.

mit sich die Wettertüren nach beiden Seiten öffnen können. Ein Zeitschalter sorgt dafür, daß sich die Tür nach einer gewissen Zeit schließt, nachdem der letzte Wagen an der Lampe vorbeigefahren ist. Eine besondere Vorkehrung mußte auch getroffen werden, die ein vorzeitiges Schließen der Tür verhindert, wenn z. B. ein Zug aus unvorhergesehenen Gründen bremsen muß und die letzten Wagen wohl schon die Lampe, nicht aber die Tür hinter sich haben. Zu diesem Zwecke wurde noch eine weitere Lampe möglichst nahe der Tür angeordnet, die den Zeitschalter solange außer Tätigkeit setzt, bis der letzte Wagen auch an dieser Lampe vorübergefahren ist. Es ist an sich gleichgültig, auf welcher Seite der Wettertür sich die Mittellampe befindet. Es hat also jede der beiden Wettertüren der Wetterschleuse 3 Lichtstrahleinrichtungen. Abb. 14 zeigt die Lampen- und Schaltanordnung der Gesamtanlage. Sämtliche 3 Lampen *a* sind in Reihe geschaltet, so daß alle ausfallen müssen, sobald eine von ihnen versagt. Damit der Lokomotivführer genau über den Stand der Wettertüren unterrichtet ist, ob sie geschlossen oder offen sind, hat man besondere Signallampen an den Türen angeordnet. Rotes Licht zeigt eine geschlossene und grünes eine geöffnete Tür an. Grün und Orangefarben besagen, daß sich die Tür gerade öffnet, Rot und Orangefarben, daß sich die Tür gerade schließt. Die Förderung erfährt durch die Bedienung der Wettertüren keinerlei Verzögerung. Der Zug braucht weder vor noch in der Wetterschleuse zu bremsen. Das bedeutet einen Zeitgewinn, eine Kraftersparnis sowie eine Leistungssteigerung der Streckenförderung. (Coal Age Bd. 37, S. 76, und Wöhlbier, Glückauf Bd. 69, S. 802.) *Sgm.*

Nach unten strahlende tragbare Mannschaftslampe. — Im englischen Bergbau wird vielfach für die Beleuchtung von Lade- und Kippstellen unter Tage die tragbare und hochkerzige Mannschaftslampe von Wolf verwendet, die in der Hauptsache nach unten strahlt, aber auch das Hangende gut erhellt und auf diese Weise der gerade an diesen Stellen erhöhten Steinfallgefahr besser begegnet. Die Lampe kann aufgehängt und auch auf den Boden gestellt werden. Verwendet wird der übliche alkalische Akkumulator von Wolf mit sechskerziger Lampe. Die normale Ebonitfassung wird von zwei zu einem Rechteck gebogenen Stahlröhren getragen, die an der Verbindungsstelle geschweißt sind. Die Lampe besitzt ferner einen vierfüßigen Ständer mit einem Ring zur Sicherung der aus geriffeltem oder mattiertem Glas hergestellten Schutzglocke. Die Glühlampe selbst besitzt einen horizontalen Glühfaden und ist gasgefüllt. Durch einen besonderen Reflektor wird das Licht über eine Gebiet von 270 ° gestreut, so daß auch das Hangende genügend bestrahlt wird. Das Gestell der Lampe ist 40 cm hoch und besteht

Digitized by Google

ganz aus mit Kadmium plattiertem Stahl. Das Gewicht der Lampe beträgt nur knapp 6,5 kg. (Keller, Techn. Bl. 1933, S. 39.) *Sgm.*

Lichtsignal- und Wagenzählanlagen in Förderanlagen. — Eine oberschlesische Grube verwendet auf ihren Hauptfördersohlen besondere Wagenzähl- und Signaleinrichtungen (Abb. 15). Dabei sind die Lampen *a* und *b* mittels eines Kabels an den Fahrdraht angeschlossen und mit der Kontaktfeder *c* verbunden. Beim Überfahren wird der Kontakthebel *d* von den Spurkränzen jedes einzelnen Förderwagens gesenkt. Dabei drückt er die Feder *c* herab und schließt den Stromkreis an Erde, aber nur dann, wenn beide hintereinander stehenden Räder des Wagens auf dem Hebel ruhen. Auf diese Weise ist der Lokomotivführer in die Lage versetzt, an dem Aufflammen und Erlöschen der im Hauptquerschlag eingebauten Lampe *b* die Wagenzahl seines Zuges zu ermitteln und nachzuprüfen. Zu gleicher Zeit gibt die im Füllort aufgehängte Lampe *a* dem Schachtanschläger sehr frühzeitig Aufschluß über die Ankunft und die Länge der aus dem Felde einlaufenden Förderzüge, was bei großer Förderung besonders wertvoll ist. (Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 70, S. 19.) *Sgm.*

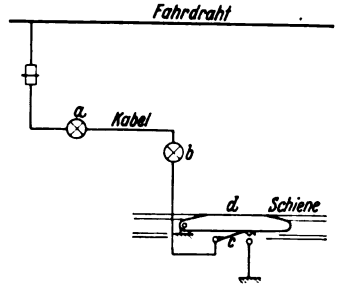


Abb. 15. Schaltbild der Lichtsignal- und Wagenzählanlage.

Elektrische Lokomotivförderung mit Oberrückleitung. — Das Salzwerk Stetten hat seit April 1933 eine elektrische Lokomotivförderung mit Oberrückleitung in Betrieb, die bisher den auf sie gesetzten Erwartungen im Betrieb entsprochen hat. Verschiedene Gründe gaben den Entschluß zur Einrichtung dieser Anlage: einmal die kleinen Querschnitte der Förderstrecken, um die Gefahren bei Berührung der Oberleitung mit Schienenrückleitung zu vermeiden, und sodann um nicht bei unmittelbarem Anschluß von der Krafterzeugungsanlage über Tage und bei Erdung eines Leitungstranges auch alle übrigen Strom- und Verbraucherstellen im ganzen Betrieb einpolig an Erde schalten zu müssen. Weiterhin versprach man sich eine geringere Möglichkeit zur Bildung von Streuströmen.

Die Anlage besitzt also eine doppelpolige Oberleitung mit zwei Drähten von je 100 mm² Querschnitt. Die Verlegung der Oberleitung ist in der Hauptförderstrecke mit Gewölbeausbau auf festen Doppelisolatoren und in den Abbaustrecken an Hängeisolatoren mit seitlichen Abspanndrähten erfolgt. Die Stromabnahme erfolgt einerseits wegen größerer Fahrdraht-Höhenunterschiede und wegen des beschränkten Streckenquerschnittes, anderseits wegen der Ablenkung im Doppelgleis durch zwei nebeneinanderliegende, schwenkbare Stangenstromabnehmer mit Dickinson-Kontaktrollen in drehbarem Rollenkorb gelagert. Die Rollen erhalten damit wie bei Oberleitungsomnibussen stets eine selbsttätige Einstellung in der Höhe und der Längsrichtung. Gegenüber der anfänglich geringen Laufzeit der gewöhnlichen Kontaktrollen durch Verschleiß in der Laufrolle und der Achslagerung wurden durch die Ausrüstung der Rollen mit Pendelkugellagern und Schleifkontakten auf der Nabe beachtliche Verbesserungen erzielt, womit zugleich die Stromabnahme vorteilhafter wurde. Zur Stromlosmachung der Fahrdrahtleitung längs des Förderweges und von verschiedenen Stellen aus im Falle der Gefahr wurde eine Druckknopfschalteinrichtung zur Auslösung des doppelpoligen Hauptschalters am Füllort verlegt, wobei die in etwa 50 m Abstand angeordneten Druckknopfschalter mit dem Auslösrelais hintereinander geschaltet sind. Bei Betätigung eines Druckknopfes wird das Relais stromlos, so daß der Hauptschalter fällt. Mit der Auslösung wird zu gleicher Zeit eine optische Signaleinrichtung betätigt, die das für den betrieblichen Zustand kenntliche rote Licht für den abgeschalteten und betrieblosen Zustand in grünes Licht umschaltet. Der Betriebstrom kann außerdem auch von der Lokomotive aus durch den darin eingebauten Kurzschlußschalter abgeschaltet werden. Ein Fernsprecher auf der Lokomotive beim Führersitz dient zur Verständigung zwischen der Lokomotive einerseits und dem Füllort und anderen Stellen der Förderstrecke anderseits. Die Anruf- und Sprechverbindung mit den anderen Stellen erfolgt an jeder beliebigen Stelle der Lokomotive in den Bahnstrecken, und zwar durch Ringübertrager über beide Fahrdrähte. (Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 82, S. 23.) *Sgm.*

Landwirtschaft.

Der Elektromotor in der deutschen Landwirtschaft. — In den rd. 3 Mill land- und forstwirtschaftlichen Betrieben des Deutschen Reichs (ohne Saargebiet) mit mehr als 0,5 ha Gesamtfläche sind 1933 im ganzen 1 169 841 dem Betriebsinhaber gehörende Elektromotoren gezählt worden, d. s. 424 288 oder fast 57 % mehr als 1925 (745 553); darunter hatten 233 064, also 20 %, eine Leistung von 6 PS und darüber. Die Verteilung dieser Maschinen, deren Verbreitung ja sehr wesentlich durch die Dichte der Stromnetze und die Höhe der Strompreise bestimmt wird, auf die einzelnen Länder und Landesteile zeigen Zahlentafel 1 und Abb. 16.

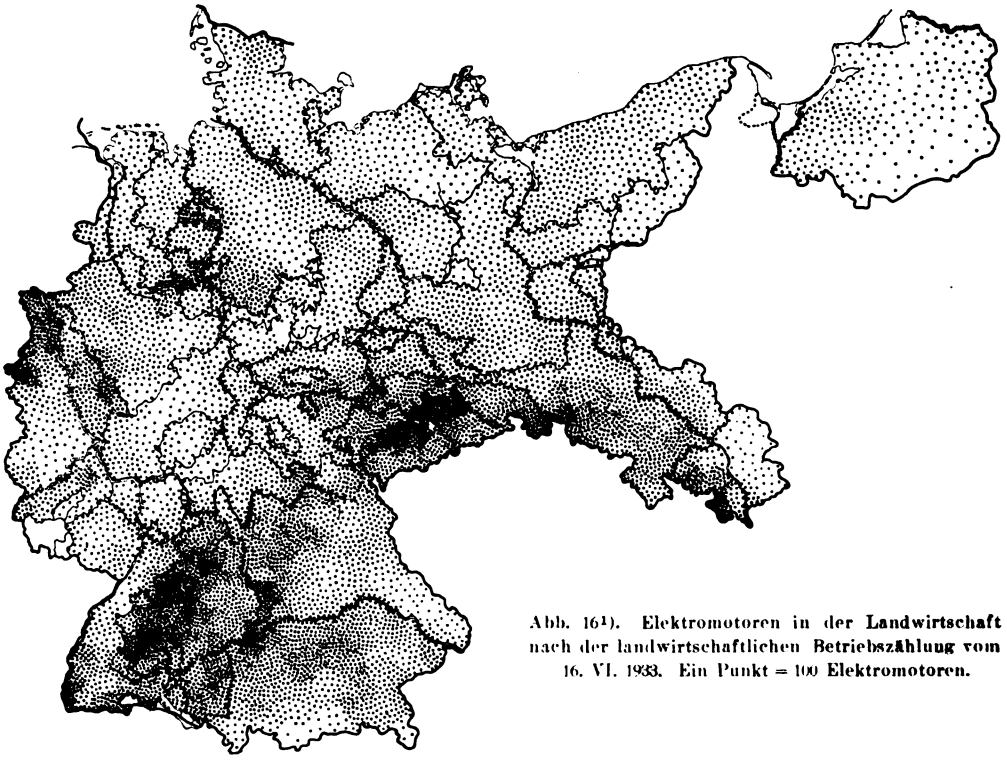


Abb. 16[1]). Elektromotoren in der Landwirtschaft nach der landwirtschaftlichen Betriebszählung vom 16. VI. 1933. Ein Punkt = 100 Elektromotoren.

Zahlentafel 1. Betriebseigene Elektromotoren in den landwirtschaftlichen Betrieben über 0,5 ha Gesamtfläche.

Länder	Elektromotoren	Länder	Elektromotoren
Preußen (o. Saar)	580 501	Oldenburg	11 085
Bayern	231 325	Braunschweig	5 923
Württemberg	118 866	Anhalt	4 668
Sachsen	80 921	Lippe	2 661
Baden	55 326	Schaumburg-Lippe	1 066
Thüringen	37 584	Hamburg	749
Mecklenburg	19 347	Bremen	595
Hessen	12 861	Lübeck	363

[1]) Aus Wirtsch. u. Statist. Bd. 14, S. 668.

Digitized by Google

Innerhalb Preußens zeichneten sich besonders Niederschlesien (85 303), Hannover (76 516) und Brandenburg (73 700) durch weitgehende Verwendung des elektrischen Antriebs aus. Diese war, wenn man, wie das in Zahlentafel 2 geschehen ist, die Betriebe nach ihrer Fläche ordnet, allgemein bei solchen mit 5 bis 20 ha am stärksten, während kräftigere Maschinen vorwiegend bei den Großbauern (20 bis 100 ha) arbeiteten. Man ersieht zugleich, daß die umfangreicheren Besitzungen über mehrere Elektromotoren verfügten.

Zahlentafel 2. Verteilung der Elektromotoren auf die verschiedenen Größenklassen der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe.

	Insgesamt	davon Betriebe einer Gesamtbetriebsfläche von				
		0,51 ··· 2 ha	2 ··· 5 ha	5 ··· 20 ha	20 ··· 100 ha	100 ha u. mehr
Zahl der Betriebe	1 008 260	33 378	186 633	540 740	227 341	20 168
„ „ Elektromotoren	1 169 841	26 962	176 371	577 376	322 984	66 148
darunter mit 6 und mehr PS:						
Zahl der Betriebe	230 999	3 026	10 902	87 852	114 097	15 122
„ „ Elektromotoren	233 064	1 528	8 842	81 728	116 307	24 659

Von den in Zahlentafel 2 genannten fünf Größenklassen der Betriebe benutzten überhaupt elektrischen Antrieb bzw. 4,0, 23,7, 50,5, 70,7 und 59,6 %. (Wirtsch. u. Statist. Bd. 14, S. 666.) *fm*

Fernmeldetechnik.

Ein neuer Schnell-Such-Empfänger. — In den Radio Laboratories in Dollis Hill wurde ein neuartiger Kurzwellenempfänger entwickelt, der hauptsächlich als Suchempfänger für den öffentlichen Verkehr mit Schiffen gedacht ist. Da derartige Stationen oft ihre Wellenlänge ändern müssen, ist das Auffinden der Sender schwierig und vor allem zeitraubend. Für einen in der Bedienung und im Aufbau einfachen, dabei aber in der Selektion hochwertigen Empfänger ist das Überlagerungsprinzip das gegebene, wenn es gelingt, die Störungen des Empfanges durch Spiegelfrequenzen zu vermeiden. Bei den bekannten Überlagerungsempfängern für Kurzwellen ist die Zwischenfrequenz meist viel kleiner als die zu empfangende Frequenz, damit rücken jedoch die Spiegelfrequenzen dicht an die Empfangsfrequenz, und man benötigt zu ihrer Vermeidung eine gute Vorselektion. Die Vereinigung einer mehrkreisigen Vorselektion und des Oszillatordrehkondensators zu einer Einknopfbedienung ist bei Kurzwellen nicht ganz einfach. Der neue Suchempfänger jedoch legt die Zwischenfrequenz wesentlich über die größte Empfangsfrequenz; nur die Differenz Oszillatorfrequenz—Empfangsfrequenz ergibt dann die Zwischenfrequenz (Eindeutigkeit), und die Spiegelfrequenzen liegen in so großem Abstand von der Empfangsfrequenz, daß durch sie keine Störungen mehr möglich sind und man unter Umständen völlig auf die Abstimmung des Eingangskreises verzichten könnte. Der Suchempfänger ist für einen Bereich von 0,1 bis 25 MHz (Mill Hertz) entsprechend einem Wellenband von 3000 bis 12 m gebaut. Mit einer ersten Oszillatorfrequenz von 30 bis 55 MHz (10 bis 5,5 m) erhält man dann eine erste Zwischenfrequenz von 30 MHz (10 m). Ein zweiter Oszillator mit 30,6 MHz (9,8 m) erzeugt die zweite Zwischenfrequenz von 0,6 MHz (500 m), die durch einen dritten Oszillator mit 0,6 MHz derart überlagert wird, daß hinter einem entsprechenden Demodulator die durch die erste Oszillatorfrequenz gewählte Empfangsfrequenz abgehört werden kann. Da die maximale Verstärkungsmöglichkeit eines jeden Empfängers durch das Rauschen des ersten Rohres begrenzt wird und die Nutzamplitude am Ausgang des Empfängers für einen betriebssicheren Empfang 20 bis 30 db (2,3 bis 3,5 Neper) über dieser Störamplitude liegen soll, wird bei der Ausführung des Suchempfängers nicht auf die Abstimmung des Eingangskreises verzichtet. Diese ist aber verhältnismäßig unscharf und braucht daher nur dann bedient zu werden, wenn über einen größeren Frequenzbereich gesucht werden muß. Außer den jeweils auf einen Stöpsel montierten Spulen des Eingangskreises, die von vorn am Empfänger rasch ausgewechselt werden können, sind trotz des sehr großen Frequenzbereiches keinerlei Spulen umzuschalten. Diese einfachen Steckspulen bewirken zugleich die Anpassung an die Antennen-Energieleitung für die einzelnen Bereiche. Die Hauptabstimmung, der Drehkondensator des ersten Oszillators, hat außer einer veränderlichen Kapazität noch 16 Stufen (eine Stufe entspricht jeweils 180 ° des veränderlichen Kondensators). Die Frequenz dieses Oszillators wird bei Überstreichung des ganzen Bereiches nur im Verhältnis von 1 : 2 geändert. Dies und der Einbau des Oszillators in einen Thermostaten ermöglichen eine ausreichende Konstanz. Die Hauptverstärkung des Empfängers ist in die zweite Zwischenfrequenzstufe gelegt. Hierdurch wird eine sehr hohe Selektivität des Empfängers erreicht, ohne daß Quarzfilter oder dgl. erforderlich werden. Beim Empfang nichtmodulierter Kurzwellen-Telegraphiesender kann die zweite Oszillatorfrequenz durch Niederfrequenz moduliert werden, es entfällt dann der dritte Oszillator. Im Bereich der kleineren Frequenzen, d. h. im Bereich der längeren Wellen bis herauf zu 3000 m, wo die Sender oftmals um weniger als 1 kHz auseinanderliegen, hat der Suchempfänger natürlich nur eine unzulängliche Selektivität. (H. S t a n e s b y, Post Office electr. Engr. J., Juli 1934.) *Hz.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Die Ausbildung der Maxwellverteilung im Langmuirschen Plasma. — In den verwickelten Vorgängen in der homogenen positiven Lichtbogensäule gilt nach I. L a n g m u i r ein einfaches Gesetz, die Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen. Auffällig ist die ungemein schnelle Ausbildung dieser Verteilung. Fängt man z. B. alle Elektronen oberhalb einer bestimmten Geschwindigkeit mit einer Sonde weg, so kann man an einer zweiten nur 3 cm entfernten Sonde bereits wieder die Maxwellverteilung nachweisen. Langmuir glaubte, diese kurze Relaxationszeit nicht aus elektrostatischen Kräften allein erklären zu können und nahm an, daß im Bogen bei höheren Stromdichten neuartige physikalische Effekte auftreten müßten (Plasmaschwingungen). Der Verfasser berechnet nun die mittlere Frequenz der Schwingungen eines Elektrons um den mittleren Energiewert als Ruhelage. Die Viertelperiode kann angenähert als Relaxationszeit angesehen werden. Die Rechnung zeigt, daß die elektrostatischen Kräfte zwischen den Elektronen vollständig ausreichen, um die Ausbildung der Maxwellverteilung im normalen Niederdruckbogen zu erklären. (D. G a b o r, Physik. Z. Bd. 34, S. 38.) *Br.*

Untersuchungen über die Heavisideschicht. — G. W. K e n r i c k hat die effektive Höhe der Heavisideschicht gemessen, indem er die Laufzeiten elektromagnetischer Wellen über eine Bodenstrecke von 10 km und der an der Heavisideschicht reflektierten Wellen photographisch für eine Zeit von mehreren Tagen registrierte. Die Aufnahmen zeigen die beiden Ionisationszonen mit effektiven Höhen von etwa 100 km und 250 km. Im Februar, in dem die Aufnahmen stattfanden, springt die Schicht ziemlich plötzlich zwischen 7 und 8 ^{h} vormittags von der größeren Höhe auf die geringere, um zwischen 7 und 8 ^{h} nachmittags wieder auf die größere Höhe zurückzugehen.

H. E. P a u l hat versucht, die Frage zu entscheiden, ob die Ionisierung durch die ultravioletten Lichtstrahlen oder durch die Korpuskularstrahlen der Sonne hervorgerufen wird. Bei einer Sonnenfinsternis muß die Ausblendung der langsameren Korpuskularstrahlen zu anderer Zeit und auch von einem anderen Orte sich bemerkbar machen als die der Lichtstrahlen. Bei der Sonnenfinsternis am 31. VIII. 1932 mußte in Westeuropa gegen 19 ^{h} bis 19 ^{h} 30 ^{m} eine korpuskulare Finsternis eintreten, wenn man die Geschwindigkeit der Korpuskularstrahlen zu $1{,}8 \cdot 10^8$ cm/s annahm, während die optische Finsternis nur in Nordamerika zu beobachten war. Die Messungen zeigen eine geringe Abnahme der Ionisierung der oberen Schicht gegenüber dem Normalzustand, doch sind die Schwankungen des Normalzustandes an verschiedenen Tagen zu groß, als daß die beobachteten Unterschiede mit Sicherheit dem Einfluß der korpuskularen Finsternis zugeschrieben werden können.

Die Aufspaltung der Echosignale suchen K. F ö r s t e r l i n g und H. L a s s e n als eine Folge des magnetischen Feldes der Erde zu erklären. Sie untersuchen die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in einem ionisierten Gas, das unter dem Einfluß einer äußeren Magnetfeldes steht, und finden zwei Werte für den Brechungsindex. Innerhalb der Schicht pflanzen sich die beiden entsprechenden Wellen unabhängig voneinander fort. Beide Wellen sind im allgemeinen elliptisch polarisiert. Auf dem Wege in der Schicht erleiden sie praktisch keine merkliche Reflexion, außer an den Stellen, wo sie streifend zur Schichtung laufen. Hier erfolgt totale Reflexion. Die Brechungsindices haben als Funktion der Elektronendichte Nullstellen. In diesem Fall findet bei senkrechtem

Digitized by Google

Einfall totale Reflexion statt. (G. W. Kenrick, Physics Bd. 4, S. 194; H. E. Paul, Hochfrequenztechn. Bd. 41, S. 81; K. Försterling und H. Lassen, Ann. Physik Bd. 18, S. 26.) *Br.*

Verschiedenes.

Internationale Arbeiten über elektrische Einheiten. — Schon bei den ersten Bestrebungen, elektrische Einheiten zu schaffen, machte sich die Tendenz geltend, diese Größen im absoluten Maßsystem zu definieren. Nur infolge der Schwierigkeiten, welche genaue Messungen der absoluten elektrischen Einheiten bereiteten, sah man zunächst davon ab und schuf empirische Einheiten, die sog. internationalen Einheiten, die bis auf den heutigen Tag in Gebrauch sind. Ebenso wurde der seit langem gehegte Plan, dem Bureau international die Untersuchung und Pflege der elektrischen Einheiten anzuvertrauen, vorläufig zurückgestellt. Erst in unserer Zeit ist man der Verwirklichung beider Pläne näher getreten. Zu diesem Zwecke wurde von der internationalen Generalkonferenz für Maß und Gewicht beschlossen, einerseits dem Bureau international die Möglichkeit zu geben, seine Tätigkeit auf das Gebiet der elektrischen Einheiten auszudehnen (1921), anderseits einen beratenden Ausschuß zu schaffen, der in betreff dieser Einheiten der Generalkonferenz Vorschläge machen sollte (1927). Im Verlaufe mehrerer Konferenzen (1928, 1930 und 1933) wurden von diesem Ausschuß Beschlüsse gefaßt, nach denen 1. die internationalen Einheiten durch die absoluten Einheiten ersetzt werden sollten, sobald diese letzteren sich ebenso genau darstellen lassen, wie die alten Einheiten, was bei dem inzwischen erreichten hohen Grade der Vervollkommnung der Meßtechnik erfolgversprechend erschien; 2. dem Bureau international die Schaffung folgender Einrichtungen übertragen werden sollte: a) einer zentralen Organisation zum Austausch der Normale, b) eines Laboratoriums zur Ausführung genauer Vergleichungen und 3. einer Sammlung von Bezugs- und Arbeitsnormalen. Es wurde ihm jedoch nicht die Verwirklichung der Einheiten selbst übertragen, eine Aufgabe, die den Staatslaboratorien vorbehalten bleiben soll, die sich derselben bisher mit Erfolg gewidmet haben. Diese Beschlüsse wurden von der im Herbst 1933 tagenden Generalkonferenz gebilligt. Die vorliegende Veröffentlichung behandelt weiter zunächst die z. Z. noch in Gebrauch befindlichen internationalen Einheiten, ihre Verkörperung und die Aufrechterhaltung der für dieselben ermittelten Werte durch Normalen. Da es nicht möglich ist, Stromnormale herzustellen, werden stattdessen Spannungsnormale, die mit Hilfe der Widerstandsnormalen zur Stromeinheit in Beziehung gesetzt sind, aufbewahrt. Als solche dienen die bekannten Westonschen Kadmium-Normalelemente, über die ebenso wie über die sekundären Normalen der durch das Quecksilberohm verkörperten Widerstandseinheit, die Manganinwiderstände, ausführlich berichtet wird. Sodann werden die baulichen und instrumentellen Einrichtungen des Bureaus, die für die Vergleichungsmessungen an Elementen und Widerständen geschaffen wurden, beschrieben. Das eigens für diese Zwecke errichtete Gebäude wurde mit Räumen für konstante Temperatur ausgestattet. Zur Vergleichung der 1 Ω-Büchsen dient eine Thomsensche Doppelbrücke mit Substitution, bei der die Abgleichung durch zu den Büchsen parallel geschaltete meßbar veränderliche Widerstände bewirkt wird. Vermittels dieser Anordnung werden die in einem Bade von Paraffinöl, dessen Temperatur nahe bei 20 ° C gehalten wird, befindlichen Normalwiderstände der verschiedenen Staatslaboratorien miteinander verglichen. Unter Zugrundelegung der von diesen Instituten den Widerständen beigelegten Werte ergaben sich die folgenden aufgeführten relativen Werte für das internationale Ohm:

Deutschland .	0,999 987$_8$	mittlere Ohm
England . . .	0,999 976$_9$	„ „
Frankreich. .	1,000 002$_3$	„ „
Japan	0,999 973$_5$	„ „

Zur Vergleichung der Normalelemente dient eine Anordnung, die aus 2 Kompensatoren besteht, von denen der eine, ein Apparat von großem Widerstand, nur zur Einstellung des Meßstromes vermittels eines Normalelementes von bekannter EMK auf einen bestimmten Wert benutzt wird, während mit dem zweiten, einem Apparat von kleinem Widerstand, der von dem gleichen Strom durchflossen wird, die Differenz der EMK zweier gegeneinander geschalteter Elemente gemessen wird. Die Ansicht des Verfassers, daß die Genauigkeit dieser Messungen durch den Grad der Genauigkeit beschränkt sei, mit der man den Wert der Kompensationswiderstände in internationalen Ohm kennt, ist irrtümlich, da der absolute Wert der Widerstände nicht in die Rechnung eingeht, und es vollkommen ausreichend ist, die relativen Werte dieser Widerstände zu kennen. Für die Spannungseinheiten der verschiedenen Länder ergaben sich aus den bei nahe 20 ° C ausgeführten Vergleichungen von Normalelementen derselben folgende Beziehungen:

Deutschland .	1,000 008	mittlere Volt
England . . .	1,000 009	„ „
V. S. Amerika	0,999 981	„ „
Japan	1,000 001	„ „

Diese Messungen zeigen, daß die internationale Übereinstimmung der Werte für die elektrischen Einheiten der verschiedenen Länder eine ausgezeichnete ist. (M. Romanowski, Rev. gén. Électr. Bd. 35, S. 171.) *v. St.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Ausstellung anläßlich der Jahrhundertfeier der deutschen Eisenbahn in Nürnberg. — Anläßlich des 100jährigen Bestehens der deutschen Eisenbahnen veranstaltet die Deutsche Reichsbahn in Nürnberg, der Geburtsstadt der deutschen Eisenbahnen, in der Zeit von Mitte Juli bis Anfang September eine Ausstellung, die dem Besucher den gegenwärtigen Stand der Deutschen Reichsbahn auf allen Gebieten nach einer hundertjährigen Entwicklung zeigen soll.

Plan einer ständigen Ausstellung von Ausfuhrwaren aller Länder in Antwerpen. — Den Firmen, die auf Grund einer Beteiligungsaufforderung Interesse für die in Antwerpen geplante Dauerausstellung haben sollten, wird empfohlen, vor bindenden Abmachungen mit der Ausstellungsleitung beim Ausstellungs- und Messe-Ausschuß der deutschen Wirtschaft (Berlin W 35, Tirpitzufer 56) Erkundigungen über das Unternehmen einzuziehen.

AUS LETZTER ZEIT.

Funkfernsprechen Berlin-Tokio. — Am 12. III. hat im Reichspostministerium, Berlin, die feierliche Eröffnung der Funkfernsprechverbindung Berlin-Tokio stattgefunden, nachdem wenige Tage zuvor die entsprechende Verbindung mit London eingerichtet wurde. Sendestation für Deutschland ist die Großfunkstelle Nauen, empfangen wird in Beelitz bei Berlin. Die japanische Sendestelle liegt in Nazaki, die Empfangstelle in Komuro, beide bei Tokio. Als günstigste Betriebszeit wurde die Zeit von 8 bis 12 h festgestellt. Die Gespräche werden wie gewöhnliche Ferngespräche beim zuständigen Fernamt angemeldet. Die Gebühren für ein 3-Minutengespräch betragen 100 Goldfr., etwa 80 RM.

Die neue Heißdampf-Schnellzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn. — Von den Borsig-Lokomotiv-Werken wurde kürzlich eine 2 C 2-Dreizylinder-Heißdampf-Schnellzuglokomotive in Stromlinienform fertiggestellt. Die Lokomotive ist einschließlich eines 5achsigen, etwa 86 t schweren Tenders über Puffer gemessen 26,265 m lang und wiegt ohne Tender etwa 126,7 t. Der Kesseldruck beträgt 20 atü. Die Lokomotive wird voraussichtlich eine indizierte Leistung von 2800 PS besitzen. Mit einem 250 t schweren Zug soll eine Reisegeschwindigkeit von 150 km/h erreicht werden, während die Höchstgeschwindigkeit 175 km/h beträgt. Versuche im Windkanal ergaben bei einer Geschwindigkeit von 150 km/h eine Ersparnis von 500 PS an Leistung bei einer Lokomotive in Stromlinienform gegenüber einer solchen der bisher üblichen Form. — Dem Elektrotechniker kann dieser Dampflokomotiv-Neubau eine Anregung sein, auf dem bereits beschrittenen Wege der Stromlinienformung auch bei Elektrolokomotiven weiterzugehen.

Lärmbekämpfungswoche. — Die auf S. 135 der ETZ d. J. angekündigte Lärmbekämpfungswoche, die ursprünglich vom 7. bis 13. IV. stattfinden sollte, ist auf Veranlassung von Reichsleiter Dr. Ley wegen der Vorbereitungen zu den Vertrauensrats-Wahlen auf die Woche vom 6. bis 12. V. verlegt worden.

Umstellung der Fernsprechnetze in Deutschland auf den Wählbetrieb. — Ende 1934 bestanden in Deutschland rd. 6800 Ortsfernsprechnetze, davon sind rd. 3050 für den Wählbetrieb eingerichtet, rd. 3730 haben noch Handbetrieb. Während hiernach der Anteil des Wählbetriebes für die Vermittlungsstellen 45 % beträgt, ergibt sich, wenn man die Berechnung auf die Hauptanschlüsse bezieht (1 800 000), daß bereits rd. 80 % die neue Betriebsweise besitzen. Das erklärt sich daraus, daß der Übergang zum Wählbetrieb zunächst vorwiegend in den großen Orts-

Digitized by Google

netzen durchgeführt wurde, in denen das Verkehrsbedürfnis besonders dringend war. In Ortsnetzen mit mehr als 5000 Hauptanschlüssen haben nur noch 9 Vermittlungsstellen Handbetrieb, davon drei in Berlin, ferner eine in Bielefeld, Braunschweig, Bremen, Karlsruhe, Kassel (Hauptamt), Kiel. Die Reihenfolge, in der der Wählbetrieb durchgeführt wird, hängt in der Hauptsache von technischen und örtlichen Gründen ab (Abnutzungsgrad der vorhandenen Einrichtungen, Bau neuer Dienstgebäude usw.), im übrigen vom Umfang der verfügbaren Haushaltsmittel. Der Umbau wird stetig weiter gefördert.

Städtische Treibstoff-Prüfstelle in Berlin. — Kürzlich ist in Berlin eine Prüfungsstelle für den Antrieb kommunaler Fahrzeuge eingerichtet worden. Sie hat die Aufgabe, Treibstoffe vor ihrer zusätzlichen Einführung in den städtischen Kraftwagenbetrieb eingehend auf ihre Eignung zu untersuchen. Die Prüfstelle wird sich u. a. auch darüber schlüssig werden, inwieweit in Zukunft Elektrofahrzeuge in verstärktem Maße eingesetzt werden können.

Entwicklung des Fernsprechwesens in Australien. — Nach einem Bericht der Postbehörde Australiens ist in den 10 Jahren von Juni 1923 bis Juni 1933 die Zahl der Vermittlungsämter von 3010 auf 6073, die Zahl der angeschlossenen Fernsprechapparate von 282 100 auf 487 700 oder von rd. 5 auf 7,36 je 100 Einwohner gestiegen.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

(Elektrotechnischer Verein.)

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Vereinsversammlung am Dienstag, dem 26. III. 1935, 8 h abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Ministerialrats Hubrig über: „Elektromobile."

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im Restaurant „Schultheiß" (früher „Zum Spaten") am „Knie" in Berlin-Charlottenburg.

Elektrotechnischer Verein.
In Vertretung:
Matthias.

Ordentliche Vereinsversammlung

des Elektrotechnischen Vereins am 26. II. 1935 in der Technischen Hochschule Berlin.

Vorsitz: Herr Geheimrat Dr. Bücher, später Herr Professor Matthias.

Vorsitzender: Ich eröffne die heutige Sitzung und heiße Sie alle, namentlich auch die Gäste, herzlich willkommen.

Bevor wir in die Tagesordnung eintreten, möchte ich eine Ehrenpflicht erfüllen.

Am 19. II. ist Herr Direktor Dr.-Ing. E. h. Rehmer, Vorstandsmitglied der Berliner Kraft- und Licht (Bewag)-Aktiengesellschaft, von uns gegangen. Der Entschlafene hat sich um den Elektrotechnischen Verein große Verdienste erworben. Stets brachte er ihm lebhaftes Interesse entgegen und förderte seine Bestrebungen mit regem Eifer. Unsere wichtige Fachgruppe für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken hat er vor Jahren eingerichtet und von Anfang an als Vorsitzender mit großem Geschick geleitet. Diese Fachsitzungen bildeten stets einen besonderen Anziehungspunkt für unsere Mitglieder und waren daher immer sehr gut besucht. Der Elektrotechnische Verein schuldet dem Verstorbenen besonderen Dank. Wir werden dem Entschlafenen ein treues Gedenken bewahren. Sie haben sich zu seinen Ehren erhoben; ich danke Ihnen. —

Seit der Jahresversammlung sind 17 Anmeldungen von neuen Mitgliedern eingegangen; eine Liste liegt hier zur Einsicht aus.

In der nächsten ordentlichen Sitzung am 26. III. wird Herr Ministerialrat Hubrig (Reichspostministerium) vortragen über: „Elektromobile". Ferner wird Herr Dr. Lebrecht im Fachausschuß für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken am 21. III. einen Vortrag halten über das Thema: „Stromrichterbelastung der Hochspannungsnetze".

Nun kommen wir zum 2. Punkt der Tagesordnung: dem Bericht der Rechnungsprüfer. In der Jahresversammlung war beschlossen worden, die Bilanz und die Rechnungslegung für das Jahr 1934 durch zwei Rechnungsprüfer prüfen zu lassen. Als solche waren die Herren Dipl.-Ing. Haas und Regierungsrat Dr. Vieweg gewählt worden. Herr Haas ist anwesend und wird die Liebenswürdigkeit haben, über das Ergebnis zu berichten. Ich bitte ihn, das Wort zu nehmen.

Herr Dipl.-Ing. **Haas:** Gemäß dem Herrn Dr. Vieweg und mir erteilten Auftrag haben wir die Jahresabrechnung des Elektrotechnischen Vereins durch Vergleich mit den Unterlagen geprüft. Wir haben selbstverständlich alles in bester Ordnung vorgefunden und beantragen daher, dem Herrn Schatzmeister, dem Herrn Generalsekretär und dem Herrn Rechnungsführer Entlastung zu erteilen. Außerdem möchten wir beantragen, daß den genannten Herren die volle Anerkennung für die vorbildliche und getreue Rechnungsführung ausgesprochen wird. (Beifall.)

Vorsitzender: Wünscht jemand das Wort zu diesem Bericht? — Das ist nicht der Fall. Dann stelle ich fest, daß der Vorstand, insbesondere der Herr Schatzmeister entlastet ist. Den Herrn Rechnungsprüfern spreche ich für ihre Mühewaltung den besonderen Dank des Vereins aus. —

Wie in der Jahresversammlung am 6. II. 1934 ausführlich dargelegt wurde, haben die Vertreter sämtlicher Elektrotechnischen Vereine und Gesellschaften in Deutschland — darunter auch die Vertreter unseres Vereins — in der Sitzung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker am 11. VI. 1933 in Wiesbaden beschlossen, die Vereine in Gaue des VDE umzuwandeln. Zugleich ist in dieser Sitzung noch folgendes beschlossen worden:

> „Der Elektrotechnische Verein beabsichtigt, einen wesentlichen Bestandteil seines Vermögens in eine Stiftung einzubringen, deren Erträgnisse für wissenschaftliche Zwecke der Elektrotechnik Verwendung finden sollen.
>
> Die Stiftung soll durch ein besonderes Kuratorium verwaltet werden. Die Stiftungsurkunde wird vom Elektrotechnischen Verein festgelegt. Das Kuratorium soll so zusammengesetzt sein, daß der Gau Berlin maßgebend vertreten ist."

Inzwischen hat der VDE die Vorbedingung zu dieser Stiftung, nämlich die Bildung einer besonderen Wissenschaftlichen Abteilung des VDE, erfüllt. Wie Ihnen in der letzten Vereinsversammlung berichtet worden ist, ist der Wortlaut der Stiftungsurkunde in zahlreichen Vorstandsitzungen, in mehrfachen Besprechungen mit einem Rechtsberater und mit dem Referenten des für die gesetzliche Genehmigung der Stiftung zuständigen Reichs- und Preußischen Ministeriums für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung fertiggestellt worden; die Stiftungsurkunde hat außerdem die Zustimmung des VDE gefunden. Ich werde die Urkunde nunmehr verlesen. (Geschieht.)

Der Vorstand hat es stets als seine vornehmste Pflicht betrachtet, daß der Elektrotechnische Verein die Fortführung seiner traditionellen Bestrebungen zur Förderung der Wissenschaft der deutschen Elektrotechnik auch für spätere Zeiten sichert. Das ist durch die Stiftung nunmehr

Digitized by Google

geschehen, wie Sie aus der verlesenen Urkunde ersehen haben. Wünscht jemand das Wort dazu? — Das geschieht nicht. Dann stelle ich Ihre Zustimmung zur Stiftung und zum Wortlaut der Urkunde fest.

Wir haben nun über die Höhe der Stiftung Beschluß zu fassen. Das Wort hierzu hat der Herr Schatzmeister.

Herr Dr. **Thürmel**: In der Jahresversammlung habe ich Ihnen die Bilanz vorgelegt und im Anschluß daran mitgeteilt, wie voraussichtlich die Einnahmen und Ausgaben in diesem Jahre sich gestalten werden. Bei diesem Etat hatte ich vorausgesetzt, daß wir für die Stiftung einen Betrag abzweigen, der bei dem heutigen Kurswert der Papiere ungefähr 250 000 RM ausmacht. Dieses ist der Betrag, den der Vorstand Ihnen vorschlägt, für die wissenschaftliche Stiftung abzugeben.

Unser Vermögen ist in Papieren angelegt, die sowohl im Kurswert als auch in der Verzinsung verschieden sind. Um weder die Stiftung noch unseren Verein zu benachteiligen, will ich von jedem Papier etwas abzweigen, und zwar im ungefähren Verhältnis der 250 000 RM zum Gesamtwert der Papiere auf Basis des Kurses vom 25. II. 1935 gerechnet, da ich die heutigen Kurse nicht einsetzen konnte.

Der Antrag des Vorstandes lautet also folgendermaßen:

Der EV tritt an die Stiftung folgende Wertpapiere ab:

Effekten			Nennwert M
	7 %	Deutsche Reichsbahn-Vorzugs-Aktien	47 000
früher 8	jetzt 4½ %	Landschaftl. Central-Goldpfandbriefe	22 000
früher 7	jetzt 4½ %	Preuß. Pfandbrief-Bank-Goldpfandbriefe, Em. 42 . .	51 000
früher 8	jetzt 4½ %	Preuß. Centralbodenkredit-Pfandbriefe von 1924 . . .	40 000
früher 8	jetzt 4½ %	dito v. 1928	5 000
früher 8	jetzt 4½ %	Kur- u. Neumärkische Goldpfandbriefe I	17 000
früher 8	jetzt 4½ %	Kur- und Neumärkische Ritterschaftl. Feingold-Schuldverschreibungen I	7 000
früher 8	jetzt 4½ %	Meininger Hypothekenbank-Gold-Kommunal-Schuldverschreibungen von 1921 . . .	6 000
früher 7	jetzt 6 %	Frankfurt/Main Goldanleihe von 1926	5 000
	6 %	Reichsschuldbuchverschreibungen 46. I.	27 000
	4 %	Schuldverschreibungen der Umstellungsverbände Deutscher Gemeinden	13 000
früher 4½	jetzt 5½ %	Berliner Hypotheken-Bank-Liquidations-Gold-Pfandbriefe	11 000

Der Gesamtbetrag dieser Papiere zum Kurswert vom 25. II. 1935 berechnet beläuft sich auf 250 135,50 RM bei einem Nennwert von 251 000 M. Die effektive Übertragung in die Stiftung kann natürlich erst erfolgen nach der vollendeten Errichtung der Stiftung. Da sich im Augenblick nicht übersehen läßt, ob in diesem Zeitpunkt der EV als solcher noch bestehen wird oder ob nicht vielmehr die Umwandlung in einen Gau bereits erfolgt sein wird, bitte ich Sie um die Ermächtigung, die abzugebenden Wertpapiere einstweilen unter einem besonderen Konto, das den Charakter eines Sperrkontos haben würde, bei der Reichs-Kredit-Gesellschaft AG. zu deponieren, und bitte Sie ferner, zu beschließen, daß bis zu dem Zeitpunkt, von dem ab das Kuratorium die Stiftung verwalten wird, der Vorsteher des Ausschusses, Herr Professor Dr. Wallot, und der Schatzmeister des Elektrotechnischen Vereins gemeinschaftlich und persönlich, d. h. unabhängig von der Fortdauer dieser ihrer Funktionen, treuhänderisch die Verwaltung der Papiere übernehmen und das Verfügungsrecht darüber ausüben. Die Tätigkeit dieser Treuhänder würde damit ihren Abschluß finden, daß sie im gegebenen Zeitpunkt die deponierten Papiere in das Eigentum der Stiftung überführen.

Die Übertragung dieses Betrages an die wissenschaftliche Stiftung sollte uns nicht schwer fallen, da ja das Geld für wissenschaftliche Zwecke des EV angesammelt war und nun zweifellos für die gleichen Zwecke zur Verwendung kommt, und außerdem die Mitwirkung des bisherigen EV durch die Teilnahme im Kuratorium sichergestellt ist.

Vorsitzender: Sie haben die Vorschläge des Herrn Schatzmeisters gehört. Wünscht jemand das Wort dazu? — Das ist nicht der Fall. Dann haben Sie folgendes bewilligt: 1. daß die Stiftung sich auf die bezeichneten Effekten erstrecken wird, 2. daß die Wertpapiere, die ihnen im einzelnen aufgeführt wurden, auf einem Treuhänderkonto deponiert werden. Über dieses Treuhänderkonto sind berechtigt zu verfügen der Herr Schatzmeister und der Vorsitzende des Ausschusses. Da die Genehmigung der Stiftung erst erfolgen kann, nachdem Sie sie beschlossen haben, und da nach diesem Beschluß erst die Genehmigung der Behörden einzuholen ist, so wird darüber einige Zeit vergehen. Auf diesen Zustand beziehen sich die Vorbehalte, die der Herr Schatzmeister gemacht hat. Sie bedeuten lediglich die Wahrung einer äußeren, aber notwendigen Form. Ich werde hierauf später noch zurückkommen.

Wir haben in mehreren Vorstandsitzungen sorgfältig geprüft, ob wir den genannten Vermögensbestandteil in die Stiftung einbringen können. Denn als Hauptbedingung war zu beachten, daß der zukünftige Gau Berlin finanziell gesichert bleibt und seine Ziele in ausreichendem Maße verfolgen kann. Nach dem Ergebnis der Prüfung ist die Abgabe des vom Herrn Schatzmeister genannten Vermögensteiles unbedenklich. Es bleibt dem Gau Berlin so viel übrig, wie er zur Fortführung seiner Zwecke benötigt.

Nach § 6 der Stiftungsurkunde sollen erstmalig vom Vorstand des Elektrotechnischen Vereins 6 Kuratoren der Stiftung ernannt werden. Wir werden dem zuständigen Ministerium folgende Herren vorschlagen:

als Hochschulprofessoren die Herren Professor Matthias und Professor Dr. Wagner,

als in der elektrotechnischen Industrie oder der Elektrizitätswirtschaft erfahrene Personen die Herren Vorstandsmitglieder Arendt und Thürmel,

als bei Behörden oder öffentlichen Körperschaften tätige Sachverständige der Elektrotechnik die Herren Professor Dr. Giebe, Abteilungsdirektor bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, und Reichsbahndirektor Dr. Wechmann.

Wir kommen nun zu Punkt 5 der Tagesordnung: „Umbildung des Elektrotechnischen Vereins e. V. in einen Gau des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und Genehmigung der Satzung des Gaues". Der Gau wird die Bezeichnung: „Verband Deutscher Elektrotechniker, Gau Berlin-Brandenburg e. V., vormals Elektrotechnischer Verein e. V." führen. Sie sehen, daß durch den Zusatz der alte Name des Elektrotechnischen Vereins auch für die Zukunft erhalten bleibt. Der Vorstand ist überzeugt, daß diese Tatsache Sie alle mit Genugtuung erfüllen wird. Die Satzung des Gaues ist in mehrfachen Vorstands- und Ausschußsitzungen in enger Anlehnung an die vom VDE für alle Gaue aufgestellte „Einheitsatzung" unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse unseres Vereines im Benehmen mit dem zuständigen Registerrichter aufgestellt worden. Die Satzung hat die Zustimmung des Vorsitzenden des VDE gefunden. Ich lese deren Wortlaut vor. (Geschieht.)

Wünscht einer der Herren hierzu das Wort? — Werden Einwendungen erhoben oder ist irgendeine Anregung zu geben? — Das ist nicht der Fall. Dann stelle ich die Zustimmung der anwesenden Mitglieder zur Umbildung des Elektrotechnischen Vereins und zum Wortlaut der Satzung des künftigen Gaues fest.

Wie Sie aus der Verlesung der Satzung gehört haben, ist nach § 8 der Vorsitzende des Gaues durch einfache Stimmenmehrheit auf zwei Jahre zu wählen. Der Vorstand schlägt Ihnen Herrn Professor Matthias vor. (Beifall.)

Er gehört, wie Sie wissen, seit Jahren dem jetzigen Vorstande des Vereins an und ist daher auch aus diesem Grunde besonders geeignet, den Verein in den Gau überzuführen. Herr Professor Matthias ist zur Übernahme des Amtes bereit und wird die nach § 8 der Satzung erforderliche Bestätigung durch den Vorsitzenden des VDE — nach Fühlungnahme mit dem letzteren — erhalten. Bestehen Bedenken gegen diesen Vorschlag? — Sie haben Ihre Zustimmung schon zum Ausdruck gebracht. Ich stelle die einstimmige Wahl des Herrn Professor Matthias fest und begrüße Herrn Professor Matthias als Vorsitzenden des Gaues Berlin. (Lebhafter Beifall.) —

Zur Erlangung der Genehmigung der Stiftung durch das zuständige Ministerium und im Anschluß daran sind noch gewisse Maßnahmen zu erledigen. So ist unter anderem bis zur Genehmigung — wie schon erwähnt — das Stiftungsvermögen der Reichs-Kredit-Gesellschaft AG. auf ein besonderes Konto zu überweisen und dort be-

Digitized by Google

reit zu halten. Nach der gesetzlichen Genehmigung hat die Übereignung des Kapitals an die Stiftung zu geschehen, wie der Herr Schatzmeister vorhin schon ausführte. Ferner sind für die Eintragung der Satzungsänderung in das Vereinsregister gewisse Formalien zu erledigen. Der jetzige Vorstand, der mit Ihrer Zustimmung in der letzten Vereinsversammlung bis auf weiteres noch im Amt verbleibt, bittet Sie um Beauftragung, alle zur Durchführung der Stiftung erforderlichen Maßnahmen zu treffen und die Eintragung der Satzung des Gaues herbeizuführen. Sollte das zuständige Ministerium oder der Registerrichter irgendwelche Änderungen der Stiftungsurkunde bzw. der Satzung noch wünschen, so bitten wir um Ihre Ermächtigung, diese vom Vorstand aus vornehmen zu dürfen. (Zustimmung.)

Es werden keine Einwendungen erhoben. Wir werden also so verfahren und versuchen, diese Dinge so schnell wie möglich zu regeln. —

Meine Herren! Wir stehen an einem Wendepunkte der Geschichte unseres Vereins. Da geziemt es, einen wenn auch nur ganz kurzen Rückblick auf die Vergangenheit zu werfen. Vor reichlich 55 Jahren haben zwei geniale Männer, Werner von Siemens und Heinrich von Stephan, in weitschauender Voraussicht der kommenden Entwicklung den Augenblick erfaßt, durch die Gründung unseres Vereins die Bestrebungen aller auf dem Gebiete der Elektrotechnik arbeitenden Kreise Deutschlands und darüber hinaus zusammenzufassen. So entstand im Dezember 1879 als einer der ersten derartigen Vereine überhaupt der „Elektrotechnische Verein". Männer der Wissenschaft und der Technik mit glänzenden Namen, Firmen mit weltumspannenden Geschäftsbeziehungen haben zu seinen Mitgliedern gehört und gehören noch dazu. Ein schönes Zeugnis für das Ansehen des Elektrotechnischen Vereins und der hohen Wertschätzung seiner Bestrebungen bildet die Treue, mit der zahlreiche Mitglieder seit mehr als 25 Jahren, ja selbst seit 40 und mehr Jahren dem Elektrotechnischen Verein angehören. Ihnen gebührt die dankbare Anerkennung des Vereins. Hervorragende Vertreter des In- und Auslandes zählen zu seinen Ehrenmitgliedern, Korrespondierenden Mitgliedern und zu den Inhabern der Siemens-Stephan-Gedenkplatte, die nur alle 5 Jahre einmal an Männer verliehen wird, die sich um die Elektrotechnik im allgemeinen oder um den Elektrotechnischen Verein im besonderen hervorragende Verdienste erworben haben. Was der Elektrotechnische Verein während der 5½ Jahrzehnte seines Bestehens geleistet, wie er in unermüdlicher Arbeit an der Entwicklung der Elektrotechnik teilgenommen hat, das alles hier wiederzugeben würde zu weit führen. Mit Meisterhand hat dies unser hochgeschätztes Ehrenmitglied, Herr Geheimrat Professor Görges, einer der angesehensten Pioniere der Elektrotechnik, in der Festschrift zum 50jährigen Jubiläum des Vereins niedergelegt. Wir schulden ihm dafür noch jetzt unseren besonderen Dank. Ein anerkanntes Verdienst um die Wissenschaft hat sich der Verein durch seine zahlreichen Vorträge auf allen Gebieten der Elektrotechnik erworben, deren Themen und deren Vortragende durch den Ausschuß sorgfältig ausgewählt wurden. In diesen Vorträgen über aktuelle Fragen und Gegenstände spiegelt sich von Anfang an die interessante Entwicklung der Elektrotechnik wider, wie in der erwähnten Festschrift in fesselnder Weise geschildert ist. An den Besprechungen, die sich an die Vorträge anschließen, haben in regem Wetteifer tüchtige Fachmänner teilgenommen. Diese Vorträge mit den Besprechungen haben wertvolle Substanz für unser Organ, die „Elektrotechnische Zeitschrift" (ETZ) geliefert, die der Verein am 1. I. 1880 gegründet hat. Sie ist als Zentral-Fachzeitschrift der Elektrotechnik im In- und Auslande hoch angesehen. Ein besonderes Verdienst hierbei hat sich in den letzten nahezu 30 Jahren der nunmehr in den Ruhestand getretene Hauptschriftleiter Herr Zehme erworben; dafür möchte ich ihm heute den Dank des Elektrotechnischen Vereins aussprechen. (Beifall.)

Der Verein wurde im Vorstand und in den mannigfachen Ausschüssen usw. stets von tüchtigen, angesehenen Fachgenossen geleitet und behütet, die in uneigennützigster Weise mit dem Blick auf das Ganze in unermüdlichem Eifer die technische und wissenschaftliche Entwicklung der Elektrotechnik gefördert haben. Ich gedenke dabei in erster Linie unseres allverehrten Ehrenpräsidenten, Exzellenz von Sydow, der das Gedeihen des Vereins und seine Erfolge stets mit lebhaftestem Interesse begleitet hat, und auch meines unmittelbaren Vorgängers, des heute anwesenden Herrn Staatssekretärs Dr. Feyerabend. Allen diesen Männern schuldet der Verein unauslöschlichen Dank. (Beifall.)

Daß bei der rapiden Entwicklung der Elektrotechnik und des Verbandswesens in der deutschen Wirtschaft das Nebeneinander von zwei großen Verbänden, nämlich des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und des Elektrotechnischen Vereins, vielfach Doppelarbeit verursachte und Reibereien erzeugte, ist jedem bekannt, der die Entwicklung des Verbandswesens in den letzten 20 Jahren verfolgt hat. Die Bestrebungen zur Vereinheitlichung des Verbandswesens auf dem Gebiete der Elektrotechnik gehen zurück bis in die Tage der Gründung des VDE. Jahrelang wurden zwischen VDE und EV Verhandlungen wegen eines besseren Zusammenarbeitens geführt. Der eine wollte seine Selbständigkeit nicht aufgeben, und der andere verlangte die mehr oder weniger vollständige Eingliederung des EV in das Schema seiner Organisation. Trotz vieler Kommissionssitzungen konnte man sich — wie so oft — nicht einigen, da keiner das Odium, nachgegeben zu haben, auf sich nehmen wollte.

Die Wandlung, die in der Geistesverfassung des deutschen Volkes im Frühjahr des Jahres 1933 eingetreten ist, hat es ermöglicht, über diese Hürde hinwegzuspringen.

Auf der anderen Seite aber lag die Gefahr sehr nahe, daß im ungestümen Drängen des Umbruchs vieles zerstört werden würde, was sich in der Vergangenheit bewährt hat, und von dem man annehmen muß, daß es, einmal zerstört, nachher wieder mühsam hätte aufgebaut werden müssen. (Zustimmung.)

Wir schulden Herrn Staatssekretär Ohnesorge, der die Führung des Verbandes 1933 übernommen hat, den Dank, daß er es ermöglichte, nicht revolutionär den EV einfach zum Verschwinden zu bringen, sondern die Möglichkeit zu geben, das Gute, was der EV auf wissenschaftlichem Gebiete geleistet hat und darstellt, in den allgemeinen VDE organisch einzugliedern.

Die Vorschläge, die der Vorstand des Vereins aus eigener Initiative seinerzeit in Wiesbaden gemacht hat, und die zu dem Beschluß erhoben wurden, den ich vorhin verlesen habe, wurden von dem Führer des VDE, Herrn Staatssekretär Ohnesorge, als Grundlage des weiteren Vorgehens anerkannt. Sie haben die Unterlagen der Beschlüsse gebildet, die wir vorhin gefaßt haben.

Nachdem der VDE im Sommer des vergangenen Jahres die Wissenschaftliche Abteilung ins Leben gerufen und deren Leitung in die bewährten Hände von Herrn Professor Franke gelegt hat, war die Möglichkeit eines einheitlichen Zusammenarbeitens aller deutschen Elektrotechniker auf wissenschaftlichem Gebiete gegeben. In dieser Wissenschaftlichen Abteilung wirken Mitglieder des EV mit. Die Tätigkeit der Wissenschaftlichen Abteilung umfaßt die wissenschaftliche Betreuung der ETZ, die Bearbeitung wissenschaftlicher Fragen der Elektrotechnik sowie das so wichtige Vortragswesen. Zur Wissenschaftlichen Abteilung gehört auch eine geschichtliche Kommission.

Sie sehen also, daß das, was den Lebensinhalt des EV bildete, nunmehr ein Bestandteil des VDE und somit der gesamten Elektrotechnik geworden ist.

In dem Eigentumsverhältnis der ETZ ist nichts geändert worden. Da der EV als Gau Berlin weiterbesteht, d. h. nur seinen Namen und seine Satzung geändert hat, so verbleibt ein Eigentumsteil der ETZ beim Gau Berlin. Die Betreuung der ETZ liegt aber ausschließlich in der Hand der Wissenschaftlichen Abteilung des VDE und des von dieser eingesetzten Redaktionsausschusses.

Die Stiftung des EV, die wir soeben beschlossen haben, bildet den Anlaß zu wertvoller Ergänzung der Tätigkeit dieser Abteilung nach der beratenden Seite hin. —

Nach Besprechungen mit Herrn Professor Franke soll auch der Geschichte der Elektrotechnik eine besondere Aufmerksamkeit zugewandt werden. Ich betone dies hier, weil diese Frage mir persönlich besonders am Herzen liegt. — Vor Jahren haben nämlich auf Anregung meines Herrn Amtsvorgängers bei der Firma zwischen den elektrotechnischen Großfirmen Besprechungen stattgefunden, die die Herausgabe eines Werkes über die Geschichte der Elektrotechnik zum Ziele hatten. Der Vorschlag fand den Beifall der Beteiligten, und man brachte eine ansehnliche Geldsumme für die Durchführung dieser Arbeiten auf. Dem Vorschlage des Herrn von Siemens folgend entschloß man sich, nicht eine große Kommission mit dieser Aufgabe zu betrauen, sondern Herrn Professor Matschoß, den Historiker der deutschen Technik, für diese Aufgabe zu gewinnen. Die Vorarbeiten sind weit gediehen, das gesammelte Material ist beachtlich und kann als Grundlage für ein Archiv der Elektrotechnik dienen.

Im Einverständnis mit Herrn von Siemens stelle ich dieses Material der Wissenschaftlichen Abteilung des VDE zur Verfügung. Es wird dem VDE zur Ehre und der deutschen Elektrotechnik zum Nutzen gereichen, wenn

Digitized by Google

sie diese Arbeiten fortsetzt; denn es lebt noch eine große Anzahl der Pioniere, welche die Jugendtage der Elektrotechnik miterlebt haben, deren Material zu sichten und zu sammeln, sie zu Niederschriften über ihre Arbeiten und Erfahrungen aufzufordern und dem Archiv einzuverleiben noch möglich ist. (Beifall.)

Ob aus diesem Archiv noch einmal eine Enzyklopädie der Technik hervorgehen wird oder ob — was ich persönlich für zweckmäßiger halte — man auf Grund dieses Materials Monographien und Sonderstudien über einzelne Gebiete herausgeben wird, wie es der EV in der Vergangenheit schon mehrfach getan hat, muß dem Urteil der Fachleute überlassen bleiben.

Ich selbst habe nur eine persönliche Bitte daran zu knüpfen: Die Elektrotechnik hat sich innerhalb eines Menschenalters mit unglaublicher Geschwindigkeit zu einem solchen Wissensgebiete entwickelt, daß das Spezialistentum schon auf der Hochschule beginnt und leider auch oft durch das ganze Leben hindurch erhalten bleibt. Der Gesichtskreis vieler erweitert sich nicht, er muß sich häufig immer mehr verengern. Unsere Zeit ist zu schnelllebig, als daß sich der einzelne in großen wissenschaftlichen Werken den Zusammenhang selbst suchen und den Anschluß seiner eigenen Arbeit an das Ganze finden könnte. Es fehlt für die Jugend und vielleicht auch für die Älteren eine knapp gehaltene Geschichte der Elektrotechnik, die, historisch zuverlässig, das Wesentlichste enthält, die vor allen Dingen dem ungemein reizvollen Werdegang so mancher technischen Entwicklung nachspürt, den Wandel der Theorien, das Wachsen und Werden der technischen Erkenntnis so erfaßt und darstellt, daß der Leser sich in das Denken der Pfadfinder hineinleben kann, die Freude des Suchens und Findens miterlebt und selber zum Pfadfinder erzogen wird. Diese Arbeit kann man dann dem Studenten, ja auch dem Arbeiter in die Hand geben und vielleicht auch, ohne Schaden zu nehmen, selbst einmal lesen.

Sie sehen, daß alles, was Menschen tun können, geschehen ist, um für die Fortsetzung der Tradition des EV zu sorgen; und wenn die ganze deutsche elektrotechnische Industrie hinter der Wissenschaftlichen Abteilung des VDE steht, so muß dies, wenn die Menschen nicht versagen, zu einer erneuten Blüte kooperativer wissenschaftlicher Betätigung führen.

Deshalb der Wissenschaftlichen Abteilung des VDE ein herzliches Glückauf! (Beifall.)

Auf der anderen Seite braucht der EV nicht zu verkümmern. Er ist in ein großes Ganzes eingegliedert und, was er in der Zukunft darstellen wird, liegt nicht an der äußeren Form, sondern an dem Leben, das seine Mitglieder ihm einzuflößen vermögen. —

Ich möchte den Verein, den Sie soeben in seiner alten Form zu Grabe getragen haben, noch für einen Moment wieder auferstehen lassen, um mich einer letzten Pflicht zu entledigen und meinen Mitarbeitern im Vorstand des EV den herzlichsten Dank für ihre Arbeit in den letzten Jahren und für die Betätigung in den leider sehr häufigen und langdauernden Sitzungen zum Ausdruck zu bringen. Insbesondere ist es aber meine Pflicht, an dieser Stelle unserem Generalsekretär, Herrn Dr. Schmidt, für seine langjährige treue Arbeit zu danken. (Lebhafter Beifall.)

Herr Schmidt hat die Absicht, mit der Umwandlung des EV in den Gau Berlin seine Tätigkeit niederzulegen. Er hat es aber übernommen, noch die Überführung in den Gau Berlin zusammen mit Herrn Professor Matthias durchzuführen.

Im Namen aller danke ich Ihnen, lieber Herr Schmidt, herzlich für Ihre große und mühsame Arbeit. (Lebhafter Beifall.)

So steht nun der EV mit seiner glänzenden Vergangenheit als ein angesehenes Glied des VDE da. Die Führung dieses lebensstarken Vereins, den ich mit Stolz führen durfte, lege ich nun in die Hände von Herrn Professor Matthias. (Starker Beifall.)

Vorsitzender (Herr Professor Matthias):

Hochverehrter Herr Geheimrat! Sehr geehrte Herren! Nachdem Sie mich, getragen von Ihrem Vertrauen, der Versammlung zu Ihrem Nachfolger vorgeschlagen haben und nachdem Sie einmütig mir dieses Vertrauen bestätigt haben, übernehme ich gern die ehrenvolle Aufgabe, diesen ehrwürdigen Verein als erster Vorsitzender in der neuen Gestalt zu leiten und seinen neuen Aufgaben zuzuführen. Ich danke Ihnen für dieses Vertrauen und werde mich bestreben, es zu rechtfertigen.

Meine Aufgabe wird mir erleichtert durch die glänzende Vorbereitung dieses neuen Amtes und dieser neuen Situation durch den bisherigen Vorsitzenden. Sie haben, hochverehrter Herr Geheimrat, länger als alle anderen, nämlich volle drei Jahre, an der Spitze dieses Vereins gestanden; Sie haben ihn auch durch die schwierigste Zeit hindurchgesteuert. Schon in den vergangenen Jahren hatten wir zwar Vorkehrungen und Vorbereitungen für eine loyale Befriedung der Gegensätze zwischen VDE und EV getroffen. Aber Sie haben, Herr Geheimrat, als Sie mit hohem Verantwortungsgefühl Ihr Amt übernahmen, gleich beim Amtsantritt sich das Ziel gesetzt, diese Aufgabe nun energisch durchzuführen und in kurzer Zeit zur Lösung zu führen. Der Verein kann sich glücklich schätzen, daß ihm gerade hierfür die große Verhandlungsgabe und das Verwaltungsgeschick eines so verdienstvollen Mannes zur Verfügung stand. Das kam besonders zum Ausdruck, als nach der nationalen Erhebung schlagartig die straffe Zusammenfassung der Elektrotechnischen Vereine im VDE zum Gebot der Stunde wurde. Auf Grund der Vorarbeiten waren Sie in der Lage, einen großzügigen Vorschlag geradezu aus dem Handgelenk zu schütteln, als wir damals in Wiesbaden den Sitzungen entgegengingen. Er wurde dementsprechend gern aufgenommen. Und nun kam die praktische Durchführung, die in der Zwischenzeit vom Sommer 1933 bis jetzt gedauert hat, die langwierig und mühsam war und endlose Sitzungen, Neuentwürfe über Neuentwürfe erforderte. Ihr Interesse ist während dieser Geduld erfordernden Kleinarbeit nicht erlahmt, Herr Geheimrat. Sie haben mit temperamentvoller Frische die Verhandlungen immer wieder von neuem geleitet, und Sie haben diese frische Stimmung und diese Arbeitsfreudigkeit auf Ihre Mitarbeiter im Vorstand übertragen. Daneben haben Sie trotz vielseitiger beruflicher Belastung stets ein warmes Gefühl für die Aufgaben des Vereins gehabt und seine Veranstaltungen mit großem Interesse verfolgt und geleitet.

Meine erste Amtshandlung in meiner neuen Stellung soll sein, Ihnen, hochverehrter Herr Geheimrat, den Dank des Vereins zu erstatten. (Beifall.) Ich darf das wohl in Ihrer aller Namen tun. Wir haben selten einen Vorsitzenden gehabt, der sich mit solcher Wärme seinen Aufgaben gewidmet hat. (Allgemeiner Beifall.) Dann darf ich auch wohl den Dank des Vorstandes anschließen für die kameradschaftliche Art, in der Sie die Sitzungen in stets frischer Stimmung geleitet haben.

Meine nächste Amtshandlung, meine Herren, soll das Gelöbnis sein, daß ich mich bemühen werde, dem Vorbild, das mein Vorgänger mir gegeben hat, nachzueifern. Ich hoffe die Kraft zu haben, das in demselben Umfange zu tun.

Dann will ich das Gelöbnis aussprechen, daß ich den Verein führen werde im Geiste unseres großen Führers Adolf Hitler. Und ich darf wohl auch im Namen der Versammlung das Gelöbnis aussprechen, daß wir mit ganzer Kraft mitarbeiten wollen am Aufbau der deutschen Elektrotechnik in seinem Sinne zum Segen unseres Volkes. (Lebhafter Beifall.) Einerseits wollen wir am organisatorischen Aufbau des Berufsstandes der Technik mitarbeiten, insbesondere aber auch daran, daß der Zweig „Elektrotechnik“ zur vollen Geltung kommt. Andererseits wollen wir mitarbeiten an der Weiterentwicklung der deutschen Elektrotechnik sowohl in wissenschaftlicher Hinsicht wie auch in praktischer Arbeit, um sie für die großen Ziele der Regierung und damit unserer Nation dienstbar zu machen. Wir wollen das tun als loyales Mitglied des umfassenden VDE und in engstem Einvernehmen mit dieser Zentralorganisation, von der wir wissen, daß sie nun ganz auf Gemeinschaftsarbeit mit ihrem größten Gau eingestellt ist.

Ich freue mich, außer Ihrem Vertrauen auch das Vertrauen des VDE-Vorsitzenden, des Herrn Staatssekretärs Dr. Ohnesorge, zu besitzen, mit dem Leiter seiner Wissenschaftlichen Abteilung, Herrn Professor Dr. Franke, in engster Fühlung zu stehen und gleiche Auffassungen über die Ziele für die Weiterarbeit zu haben. Auch mit dem Vorsteher der Geschäftsstelle des VDE, Herrn Blendermann, stehen wir im besten Einvernehmen, was ich mit freudiger Genugtuung feststellen möchte.

So liegen nun dank der glänzenden Vorarbeit meines Vorgängers die besten Voraussetzungen für ein gedeihliches Weiterarbeiten in der Zukunft vor.

Die Aufgaben, die hinzugekommen sind und die neben den bisherigen bestehen, sind vielerlei. Vor allen Dingen ist hinzugekommen die Nackenstärkung — möchte ich sagen — des VDE durch Mitarbeit bei der Vorbereitung der Entscheidungen über berufsständische Fragen sowie die Förderung wissenschaftlicher Aufgaben in Weiter-

Digitized by Google

arbeit auf breiterer Basis im VDE bzw. in seiner Wissenschaftlichen Abteilung.

Daneben wollen wir selbstverständlich unser Vereinsleben wie bisher weiter pflegen. Wir wollen es nicht nur weiterführen — wir wollen es aufbauen. Wir wollen uns vor allen Dingen in weit höherem Maße als bisher der Jungingenieure annehmen, unseres technischen Nachwuchses, für den ja der EV schon seit Jahren manches getan hat in besonderen Vortragsabenden für Jungingenieure, die nun aber weiter ausgebaut werden sollen durch wesentlich häufigere Zusammenkünfte, in denen vor allem auch die Diskussion unter den jüngeren Herren gepflegt und angeregt werden soll.

Ein neuer Gesichtskreis öffnet sich uns durch enge Fühlung mit den anderen RTA-Vereinen des Gaues Berlin-Brandenburg. Eine Zusammenarbeit zwischen ihnen ist bereits eingeleitet, und zwar steht sie unter Führung des Stadtbaurats Dr. Kölzow. Unter voller Wahrung des Eigenlebens der einzelnen Vereine sollen Gemeinschaftsziele gepflegt und gefördert werden. So soll vor allem durch machtvolle gemeinsame Kundgebungen für die Geltung der Technik und des Technikers eingetreten werden. Erziehungsfragen sollen angeschnitten und zur weiteren Bearbeitung an die zuständige Stelle als Anregung gegeben werden. Dann soll vor allen Dingen die gegenseitige Fühlungnahme unter den Gauvereinen gepflegt werden. Es ist daran gedacht, gemeinsame Veranstaltungen zu machen unter jeweiliger Führung des Fachvereins, aus dessen Gebiet die Veranstaltung gewählt wird. Aber all das, wie ich noch ausdrücklich betonen möchte, unter voller Wahrung unseres bisherigen Eigenlebens und ohne Schmälerung desselben!

So, meine Herren, stehen wir vor vielseitigen Aufgaben, und es wird mancherlei Vorbereitungsarbeit geben, insbesondere für den nächsten Winter. Ich hoffe, daß der Ausschuß, den ich hierfür im wesentlichen in seiner bisherigen Zusammensetzung bestehen lassen möchte, mich bei diesen Vorbereitungsarbeiten so, wie er es bisher getan hat, kraftvoll unterstützen wird. Dann habe ich noch einen Gaubeirat zu wählen, der vom Vorsitzenden des VDE bestätigt werden muß. Ich werde mir erlauben, in der nächsten ordentlichen Versammlung Ihnen seine Zusammensetzung mitzuteilen. —

Sie haben aus dem Bericht des Herrn Geheimrat Bücher gehört, daß die beiden Großfirmen AEG und Siemens dem VDE eine großartige Schenkung machen wollen, und zwar haben sie Material über die Geschichte der Elektrotechnik in langjähriger Sammeltätigkeit zusammentragen lassen, das nun also der Wissenschaftlichen Abteilung des VDE zur Verfügung steht. Herr Geheimrat Bücher hat aber aus Bescheidenheit zwei Punkte nicht besonders erwähnt; erstens, daß diese Firmen ganz erhebliche Geldmittel aufgebracht haben, um dieses Material zusammenzubringen, und es jetzt schon beinahe druckreif gemacht haben. Das Zweite, was er nicht erwähnt hat, war, daß wir es seiner persönlichen Initiative verdanken, daß der VDE diese Schenkung erhält. (Lebhafter Beifall.) Diese Schenkung ist dem VDE in seiner Gesamtheit gemacht worden. Herr Staatssekretär Ohnesorge ist leider verhindert gewesen, heute hier zu erscheinen, sonst hätte er sicher Herrn Geheimrat Bücher den wärmsten Dank des VDE ausgesprochen. Ich weiß aber, wie sehr sich der VDE darüber gefreut hat. Andererseits sind wir ein Teil des VDE und werden auch von dieser Schenkung profitieren. Wir haben ja auch einen Ausschuß für geschichtliche Arbeiten, der schon Nützliches geleistet hat und den der VDE sicher gern bei seiner Weiterarbeit hinzuziehen wird.

Ich halte mich deshalb für befugt, Herrn Geheimrat Bücher für seine hochherzige Tat den herzlichen Dank des VDE auszusprechen und die Versicherung abzugeben, daß die sachkundigen Mitarbeiter im VDE seinen Wunsch sicherlich schnellstens und gern erfüllen werden, das Buch herauszubringen und uns und der Nachwelt damit eine Freude zu machen. (Lebhafter Beifall.) —

Ich darf nunmehr zum nächsten Punkt der Tagesordnung übergehen und dabei die Leitung der Sitzung behalten. Ich erteile Herrn Oberingenieur Flad das Wort zu seinem angekündigten Vortrag über das Thema: „Rückschlüsse aus der Übertragungstechnik auf den Aufbau der neuzeitlichen Fernsprecheinrichtungen."

(Vortrag folgt.)

Ich danke im Namen des Vereins Herrn Oberingenieur Flad für seinen außerordentlich interessanten und aktuellen Vortrag, der uns alle so sehr angesprochen hat. (Beifall.)

Ich eröffne nun die Aussprache über den Vortrag. Wünscht jemand das Wort? — Das geschieht nicht. Dann möchte ich die Sitzung schließen.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Bock, Paul, Elektroing., Spremberg N.-L.
Bruckmann, Werner, Dipl.-Ing., Bln.-Zehlendorf
Franzen, Jos., Dipl.-Ing., Neustrelitz
Hering, Werner, Techniker, Berlin
Keller, Sven, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Kroop, Willi, cand. ing., Potsdam
Leiste, Hasso, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Mäurer, Ernst, Elektromeister, Brandenburg (Havel)
Müller, Theodor, Dipl.-Ing., Bln.-Pankow
Niedner, Bernhard, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf
Radtke, Herbert, Direktor, Dr., Berlin
Scheuble, Hugo, Professor, Dr. phil., Leoben
Schirp, Wilhelm, cand. electr., Bln.-Charlottenburg
Scholtz, Adalbert, Ingenieur, Wagendrüssel (Tschechoslowakei)
Wächter, Walter, Elektromeister, Berlin
Wäsche, Werner, stud. ing., Bln.-Steglitz
Würdig, Heinz, Elektrotechniker, Berlin

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Ausschuß für Explosionsschutz.

VDE 0165/1935.

Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen (§ 35 von VDE 0100/1934, § 26 von VDE 0101/1934 und § 29 von VDE 0800/1935).

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
II. Begriffserklärungen.
§ 3.
III. Allgemeine Bestimmungen.
§ 4.
IV. Einzelbestimmungen.
§ 5. Allgemeines.
§ 6. Leitungsmaterial.
§ 7. Maschinen.
§ 8. Anlasser und Steuergeräte.
§ 9. Schalter.
§ 10. Transformatoren.
§ 11. Sicherungen.
§ 12. Verteiler-Sammelschienen.
§ 13. Steckvorrichtungen.
§ 14. Leuchten.
§ 15. Meßvorrichtungen.
§ 16. Elektrowärmegeräte.
§ 17. Ortsveränderliche Geräte.
§ 18. Signal- und Fernmeldeanlagen.
V. Ausnahmebestimmungen.
§ 19. Leitungsmaterial.
§ 20. Maschinen.
§ 21. Anlasser und Steuergeräte.
§ 22. Schalter.
§ 23. Transformatoren.
§ 24. Sicherungen.
§ 25. Leuchten.
§ 26. Meßvorrichtungen.
§ 27. Elektrowärmegeräte.
§ 28. Ortsveränderliche Geräte.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. April 1935 in Kraft[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für die Errichtung elektrischer Anlagen in Räumen, Raumteilen und an sonstigen Stellen, für die die in § 3 festgelegte Explosionsgefahr besteht.

---

[1] Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im März 1935. — Veröffentlicht: ETZ 1934, S. 21 und 1237; 1935, S. 361.

Digitized by Google

Bekanntmachungen.

Ausschuß für Explosionsschutz.

In ETZ 1934, S. 1237 u. ff., ist ein Entwurf 2 zu VDE 0165/19 . . „Leitsätze für die Errichtung von Starkstromanlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen" veröffentlicht.

Auf Grund der eingegangenen Einwände hat der Ausschuß nunmehr die nachstehend veröffentlichte Fassung zu

VDE 0165/1935 „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen"

aufgestellt, die von dem Vorsitzenden des VDE mit der Maßgabe genehmigt ist, daß sie am 1. April 1935 in Kraft tritt.

Bei der von VDE 0165 herauszugebenden Sonderdruckausgabe soll ein Anhang, enthaltend einen Auszug aus DIN VDE 50 betr. die in VDE 0165 verwendeten Kurzzeichen für Schutzarten und deren Erklärung, gebracht werden.

Die für die Ausführung explosionsgeschützter Maschinen, Transformatoren und Geräte erforderlichen Baubestimmungen befinden sich in Vorbereitung.

Ausschuß für Fernmeldetechnik.

Nachdem der Ausschuß für Explosionsschutz seine Arbeit VDE 0165/1935 „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen" auch auf Fernmelde- und Signalanlagen ausgedehnt hat, ist es erforderlich, § 29 von

VDE 0800/1934 „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F."

dahin abzuändern, daß an Stelle des bisherigen Wortlautes ein Hinweis auf die neue Arbeit VDE 0165/1935 gesetzt wird.

Die nachstehend wiedergegebene neue Fassung für § 29 von VDE 0800/1934 ist durch den Vorsitzenden des VDE mit der Maßgabe genehmigt worden, daß die Änderung am 1. April 1935 in Kraft tritt.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat Entwürfe zu den Normblättern

DIN VDE 9450 „Dreipolige Steckdose, metallgekapselt, 15 bis 100 A, 220/380 und 500 V",

DIN VDE 9451 „Dreipoliger Stecker, metallgekapselt, 15 bis 100 A, 220/380 und 500 V"

aufgestellt, die nachstehend bekanntgegeben werden.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. April 1935 an die Geschäftstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Sie sind zu § 35 von VDE 0100/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1.", zu § 26 von VDE 0101/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2." und zu § 29 von VDE 0800/1935 „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F." Ausführungsbestimmungen, die wie Vorschriften zu erfüllen sind, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.

Diese Leitsätze gelten nicht für Räume, in denen explosible Stoffe (Spreng- und Zündstoffe usw.) hergestellt oder gelagert werden oder, in denen Staube entstehen, die für sich explosibel sind[2].

[2] Sonderbestimmungen für derartige Räume sind in Vorbereitung. Bis zu deren Fertigstellung kann VDE 0165 für diese Räume sinngemäß angewendet werden.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Explosionsgefahr liegt vor, wenn sich nach den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen Gase, Dämpfe oder Staube, die untereinander oder mit Luft explosionsfähige Gemische bilden, in gefahrdrohender Menge ansammeln können.

III. Allgemeine Bestimmungen.

§ 4.

Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen, Raumteilen oder an sonstigen Stellen müssen den allgemeinen Bestimmungen des VDE entsprechen und so ausgeführt sein, daß:

a) die betriebsmäßige Höchsttemperatur von Anlageteilen durch ausreichende Bemessung oder selbsttätige Begrenzung stets genügend weit unter der Zündtemperatur des explosionsfähigen Gemisches liegt;

b) Anlageteile, an denen betriebsmäßig Funken auftreten, explosionsgeschützt und solche, an denen nur in außergewöhnlichen Fällen Funken auftreten können, durch Sicherheitsmaßnahmen geschützt sind.

Empfohlen wird:

1. Anlageteile mit betriebsmäßig nicht funkengebenden Teilen und mit den besonderen Zwecken entsprechenden Bauformen zu verwenden;
2. Transformatoren, Geräte und möglichst auch Maschinen außerhalb des Gefahrenbereiches unterzubringen;
3. die Verwendung von ortsveränderlichen Maschinen und Geräten auf ein Mindestmaß zu beschränken;
4. eine allpolige Abschaltmöglichkeit der Anlage an einer geeigneten Stelle außerhalb des Gefahrenbereiches vorzusehen.

IV. Einzelbestimmungen.

Den Bestimmungen in § 4 wird durch die Maßnahmen in § 5 und die Verwendung der in §§ 6 ··· 18 genannten Anlageteile genügt.

§ 5.

Allgemeines.

a) Verbindungen Spannung führender Teile: Diese dürfen — außer in druckfester Kapselung — nur durch Lötung, Schweißung oder gesicherte Verschraubung und bei Verwendung von Aluminium und seinen Legierungen außerdem durch gleichwertige Verbindungen hergestellt werden.

b) Schutz blanker, Spannung führender Teile: Blanke, Spannung führende Teile müssen so geschützt sein, daß sie für Unbefugte unzugänglich und der Berührung durch Fremdkörper oder dem Eindringen von Tropf- und Schwallwasser nicht ausgesetzt sind. Die Beseitigung des Schutzes darf nur mit Werkzeugen möglich sein.

c) Bei Verwendung von Gummi für Dichtungen, Isolierungen und Schutzhüllen ist dafür zu sorgen, daß die Gummiteile nicht mit Flüssigkeiten in Berührung kommen, die auf Gummi zerstörend wirken.

d) Maschinen und Geräte sind so aufzustellen, daß ein Eindringen brennbarer Flüssigkeiten verhindert ist.

§ 6.

Leitungsmaterial.

a) Festverlegte Leitungen: Bleikabel, kabelähnliche Leitungen.

Wenn die Verlegung von Bleikabeln oder kabelähnlichen Leitungen nicht möglich ist, können als Verbindungsleitungen von Anlassern und Steuergeräten mit den zugehörenden Widerstandsgeräten in besonderen Ausnahmefällen Gummiaderleitungen verlegt werden, die gegen mechanische Beschädigungen jedoch unbedingt sicher abgedeckt sein müssen.

b) Schutzleitungen, die betriebsmäßig nicht Spannung führend sind: Blanke Leitungen mit ausreichendem Schutz gegen mechanische Beschädigungen.

c) Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Geräte: Gummischlauchleitungen starker Ausführung NSH oder gleichwertiger Bauart.

§ 7.

Maschinen.

Maschinen in Verbindung mit Motorschutzschaltern oder gleichwertigem Überlastungsschutz und zwar:

Digitized by Google

a) Kurzschlußläufermotoren.

Für Räume mit Gas- oder Dampfluftgemischen	Staub-Luftgemischen
1. geschützte Bauart P 20 bis P 23, Klemmen P 44	—

2. geschlossene Bauart P 33, Klemmen P 44
3. druckfeste Bauart P 33 e i

b) Maschinen mit Schleifringen oder Kommutatoren, wie a), wenn die Schleifringe oder Kommutatoren folgendermaßen ausgeführt sind:

1.	— | gekapselt nach P 44
2.	mindestens geschlossen nach P 33 und von Fremdluft oder geeignetem Gas unter Überdruck durchspült (die Spülung muß zwangsläufig vor der Einschaltung der Maschinen einsetzen).

3. druckfest gekapselt nach P 33 e i.

§ 8.
Anlasser und Steuergeräte.

1.	— | gekapselte Bauart P 44

2. druckfeste Bauart P 33 e i
3. ölgekapselte Bauart P 33 e o

§ 9.
Schalter.

a) Leistungsschalter.

1.	— | gekapselte Bauart P 44 Das Öffnen der Kapselungen darf nur mit Werkzeugen möglich sein.

2. explosionsgeschützte Bauart P 33 e
3. druckfeste Bauart P 33 e i
4. ölgekapselte Bauart P 33 e o

b) Trennschalter.

1.	— | geschlossene Bauart P 33
2.	— | gekapselte Bauart P 44 Die Betätigung der Trennschalter darf nur durch Befugte möglich sein.

3. druckfeste Bauart P 33 e i
4. ölgekapselte Bauart P 33 e o.

§ 10.
Transformatoren.

Transformatoren in Verbindung mit Überlastungs- oder Übertemperaturschutz:

1. Bauart P 43
2. Bauart P 44
3. Bauart P 43 o
4. Bauart P 44 o

§ 11.
Sicherungen.

Sicherungen mit geschlossenen Schmelzeinsätzen in:

1.	— | Kapselung gleichwertig Bauart P 44 Das Öffnen der Kapselungen darf nur mit Werkzeugen möglich sein oder die Deckel der Gehäuse müssen mit Schaltern derart verriegelt sein, daß eine Bedienung der Sicherungselemente nur in spannungslosem Zustande möglich ist.

2. Kapselung druckfester Bauart P 33 e i.

§ 12.
Verteiler-Sammelschienen.

a) bei Spannungen $E < 1000$ V:
gekapselte Bauart P 44

b) bei Spannungen $E > 1000$ V:
1. geschlossene Bauart P 33
2. gekapselte Bauart P 44

§ 13.
Steckvorrichtungen.

1. Bauarten, bei denen eine Zündung beim Einsetzen und Herausziehen des Steckers zuverlässig verhindert ist.
2. Bauarten, bei denen die Stecker derart mit Schaltern verriegelt sind, daß sie nur in spannungslosem Zustande eingesetzt und herausgezogen werden können.

§ 14.
Leuchten.

Bauarten mit abgedichteter Leitungseinführung, die mit geschlossenem, abgedichtetem und genügend dickem Schutzglas und bei mechanischer Gefährdung mit kräftigem Schutzkorb oder Schutzgitter versehen und so verschlossen sein müssen, daß sie nur mit Hilfe von Werkzeugen geöffnet werden können. Funken, die beim Lockern der Glühlampe im Betrieb entstehen, dürfen nur in einem explosionsgeschützten | nach P 44 gekapselten Raum auftreten können.

§ 15.
Meßvorrichtungen.

a) Stromwandler: Trocken-, Öl- und Porzellanwandler mit genügend großem thermischen und dynamischen Grenzstrom:
1. Bauart gleichwertig P 44
2. Bauart gleichwertig P 44 o
3. Bauart gleichwertig P 44 e i

b) Spannungswandler: Trocken- oder Ölwandler:
1. Bauart gleichwertig P 44
2. Bauart gleichwertig P 44 o

c) Meßgeräte:
1. Bauart gleichwertig P 44
2. Bauart gleichwertig P 33 e i

§ 16.
Elektrowärmegeräte.

Elektrowärmegeräte in Verbindung mit Überlastungs- oder Übertemperaturschutz:

1.	— | gekapselte Bauart P 44

2. druckfeste Bauart P 33 e i
3. ölgekapselte Bauart P 33 e o

§ 17.
Ortsveränderliche Geräte.

a) Handleuchter: Sie müssen mit geschlossenem, abgedichtetem, genügend dickem Schutzglas und mit kräftigem Schutzkorb versehen und so verschlossen sein, daß sie nur mit Hilfe von Werkzeugen geöffnet werden können. Funken, die beim Lockern der Glühlampe im Betrieb entstehen, dürfen nur in einem explosionsgeschützten | nach P 44 gekapselten Raum auftreten können. Eingebaute Schalter dürfen sie nicht enthalten.

b) Faßausleuchter:

1. Bauarten mit Taschenlampenbatterien geringer Spannung, bei denen eine Zündung nicht möglich ist.
2. Bauarten, bei denen eine Zündung durch geeignete Schutzmittel, wie z. B. Schutzgas, zuverlässig verhindert wird.
3. Bauarten, die den Anforderungen für Handleuchter entsprechen.

c) Maschinen, Transformatoren und Geräte: Bauarten wie für ortsfeste Verwendung außer den Bauarten P 20 ··· P 23 für Maschinen und außer der Ölkapselung für Anlasser, Steuergeräte, Schalter und Elektrowärmegeräte.

§ 18.
Signal- und Fernmeldeanlagen.

Signal- und Fernmeldeanlagen müssen sinngemäß den an Starkstromanlageteile gestellten Anforderungen entsprechen.

V. Ausnahmebestimmungen.

Falls die zuständigen Aufsichtsbehörden (Bergbehörde, Berufsgenossenschaften oder Gewerbeaufsicht) auf Grund besonders günstiger Verhältnisse Erleichterungen gegenüber einzelnen Bestimmungen in Abschnitt IV für vertretbar halten, können die in §§ 19 ··· 28 aufgeführten Anlageteile zugelassen werden.

Die Zulassung von Erleichterungen ist u. a. abhängig von:

der Art und Menge der Gase oder Staube; der Größe der Räume; der Art der Raumentlüftung; der Art, Anordnung und dem Betrieb der Apparaturen; der Art der Absaugeanlagen.

§ 19.
Leitungsmaterial.

a) Festverlegte Leitungen: Gummiaderleitungen in gedichteten Stahlrohrsystemen.

(Fortsetzung s. S. 365.)

Digitized by Google

Noch nicht endgültig

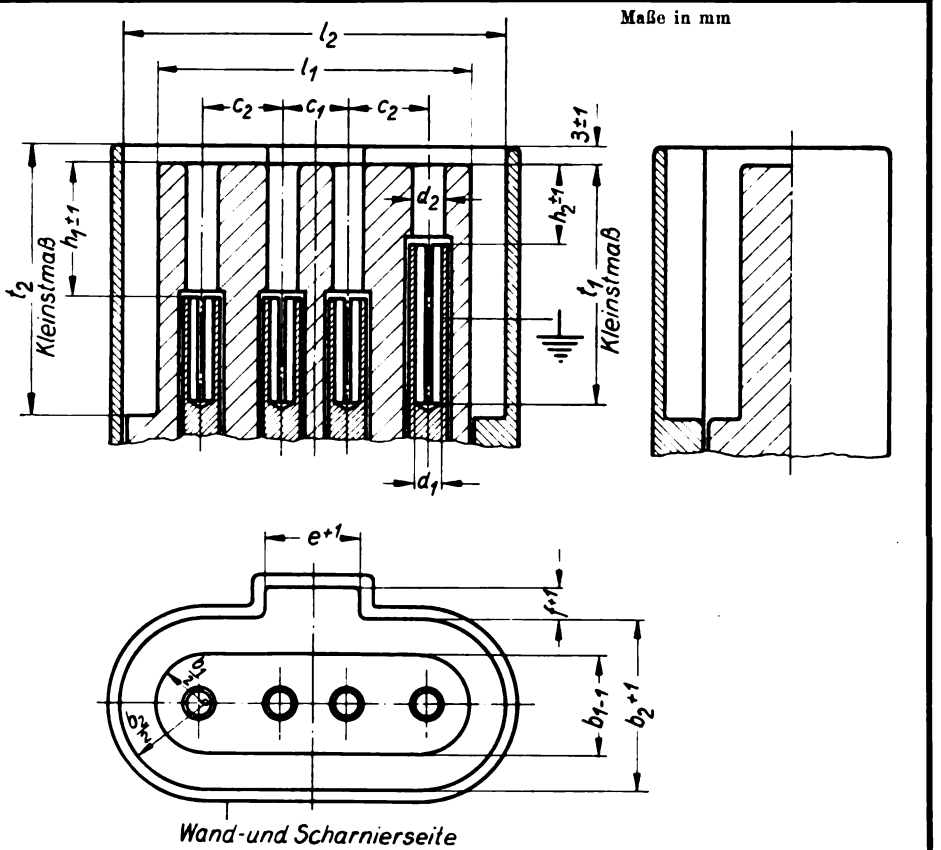
Installationsmaterial

Dreipolige Steckdose, metallgekapselt, 15 bis 100 A, 220/380 und 500 V

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 9450

Maße in mm



A	b_1 zul. Abw. −1	b_2 zul. Abw. +1	c_1	c_2	d_1 [1]	d_2	e zul. Abw. +1 220/380 V	e zul. Abw. +1 500 V	f zul. Abw. +1	h_1 zul. Abw. ±1	h_2 zul. Abw. ±1	l_1	l_2	t_1 Kleinstmaß	t_2 Kleinstmaß
15	20	34	13 ± 0,1	16 ± 0,1	5,1	6 + 0,4	19	12	6,5	25	15	62—1,5	76+1	45	52
25	26	40	19 ± 0,1	22 ± 0,1	7,1	8 + 0,5	19	12	7,5	27	16	86—2	100+1,5	50	57
60	30	46	24 ± 0,2	27 ± 0,2	10,1	11 + 0,7	24	14	7,5	27	16	105—2,5	121+2	53	60
100	38	55	29 ± 0,2	32 ± 0,2	12,1	13 + 0,7	24	14	8,5	27	16	128—3	146+2	57	64

Fehlende Maße sind freie Maße. Die Steckvorrichtungen müssen VDE ..... entsprechen.

[1]) Kontakthülsen beweglich und nach innen federnd.

Werkstoff: Gehäuse: Metall.
Träger der Kontaktteile: Steatit oder gleichwertiger Isolierstoff.
Kontakthülsen: Cu-Legierungen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Deutsche Normen März 1935

Noch nicht endgültig

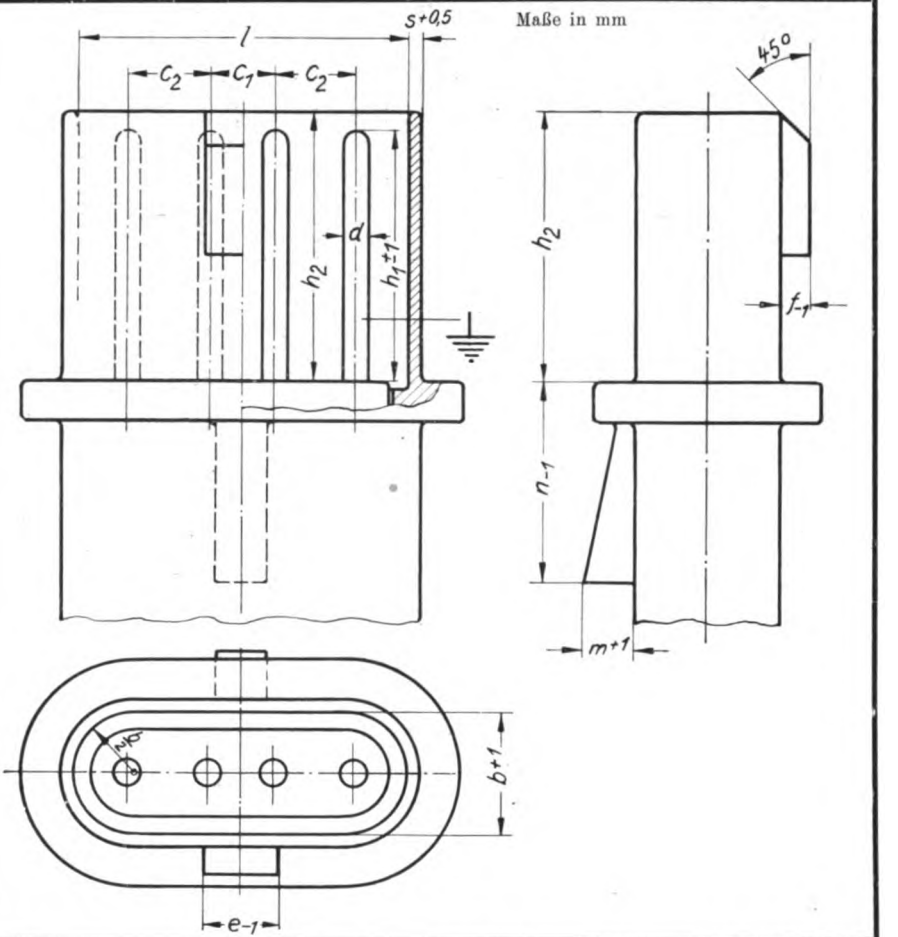
Installationsmaterial

Dreipoliger Stecker, metallgekapselt, 15 bis 100 A, 220/380 und 500 V

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 9451

Maße in mm



A	b zul. Abw. +1	c_1	c_2	d [1]	e zul. Abw. −1 220/380 V	e zul. Abw. −1 500 V	f zul. Abw. −1	h_1 zul. Abw. ±1	h_2	l	m zul. Abw. +1	n zul. Abw. −1	s zul. Abw. +0,5
15	24	13 ± 0,1	16 ± 0,1	5—0,05	15	8	6	46	50—1	66+1	10	30	2,5
25	30	19 ± 0,1	22 ± 0,1	7—0,07	15	8	7	51	55—1	90+1	12	35	2,5
60	34	24 ± 0,2	27 ± 0,2	10—0,07	20	10	7	54	58—1,5	109+1,5	12	40	3
100	43	29 ± 0,2	32 ± 0,2	12—0,07	20	10	8	58	62—1,5	133+2	12	50	3

Fehlende Maße sind freie Maße. Die Steckvorrichtungen müssen VDE ..... entsprechen.

[1]) Kontaktstifte beweglich.

Werkstoff: Gehäuse: Metall.
Träger der Kontaktteile: Steatit oder gleichwertiger Isolierstoff.
Stifte: Cu-Legierungen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Digitized by Google

(Fortsetzung von S. 363.)

§ 20.

Maschinen.

Maschinen in Verbindung mit Motorschutzschaltern oder gleichwertigem Überlastungsschutz und zwar:

a) Kurzschlußläufermotoren.

Für Räume mit

Gas- oder Dampfluftgemischen | Staub-Luftgemischen

1. geschirmte Bauart P 10 ··· P 12, Klemmen P 33
2. geschützte Bauart P 20 ··· P 23, Klemmen P 33
3. geschlossene Bauart P 33, Klemmen P 33

b) Maschinen mit Schleifringen oder Kommutatoren, wie a), wenn die Schleifringe oder Kommutatoren folgendermaßen ausgeführt sind:

1. gekapselt nach P 44
2. mindestens geschlossen nach P 33 und von Fremdluft oder geeignetem Gas unter Überdruck durchspült.

§ 21.

Anlasser und Steuergeräte.

1. gekapselte Bauart P 44
2. ölgeschützte Bauart P 33 o

§ 22.

Schalter.

a) Leistungschalter:

1. gekapselte Bauart P 44
2. ölgeschützte Bauart P 33 o
3. Schalter mit kleinem Luftvolumen P 33

§ 23.

Transformatoren.

Transformatoren in Verbindung mit Überlastungs- oder Übertemperaturschutz:

1. Bauart P 12
2. Bauart P 20 ··· P 22

§ 24.

Sicherungen.

Sicherungen mit geschlossenen Schmelzeinsätzen in:

Kapselung Bauart P 44

§ 25.

Leuchten.

Bauarten mit geschlossener Leitungseinführung, die mit geschlossenem Schutzglas und bei mechanischer Gefährdung mit kräftigem Schutzkorb oder Schutzgitter versehen sein müssen. Der Fassungskorb muß geschlossen oder das Lockern der Glühlampe verhindert sein.

§ 26.

Meßvorrichtungen.

a) Stromwandler: Trocken-, Öl- und Porzellanwandler mit genügend großem thermischen und dynamischen Grenzstrom:

1. Bauart gleichwertig P 12
2. Bauart gleichwertig P 20 ··· P 22

b) Spannungswandler: Trocken- oder Ölwandler:

1. Bauart gleichwertig P 12
2. Bauart gleichwertig P 20 ··· P 22

§ 27.

Elektrowärmegeräte.

Elektrowärmegeräte in Verbindung mit Überlastungs- oder Übertemperaturschutz:

1. gekapselte Bauart P 44
2. ölgeschützte Bauart P 33 o

§ 28.

Ortsveränderliche Geräte.

a) Maschinen, Transformatoren und Geräte: Bauarten wie für ortsfeste Verwendung außer den Bauarten P 10 ··· P 23 für Maschinen und Transformatoren und außer der Ölkapselung für Anlasser, Steuergeräte, Schalter und Elektrowärmegeräte.

Ausschuß für Fernmeldetechnik.

Änderung

zu

VDE 0800/1934

„Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F.“.

III. Sonderbestimmungen für Räume besonderer Art.

§ 29.

Explosionsgefährdete Räume.

Der bisherige Wortlaut von § 29 wird gestrichen und durch folgende neue Vorschrift a) ersetzt:

„a) Für die Ausführung von Fernmeldeanlagen in explosionsgefährdeten Räumen gilt VDE 0165 „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen“.“

Übersetzungen von VDE-Arbeiten.

Die Arbeit

VDE 0535/1930 Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R.E.B.

ist soeben bei der Verlagsabteilung des VDE in spanischer Sprache erschienen und von dort zum Preise von 1,40 RM (zuzüglich Porto) zu beziehen. VDE-Mitglieder erhalten auf diesen Preis einen Nachlaß von 10 %.

Von den kürzlich erschienenen fremdsprachigen Ausgaben ist zu gleichen Bezugsbedingungen lieferbar:

VDE 0414/1932 Regeln für Wandler R.E.W. in spanischer und englischer Sprache zu je 1,40 RM

und

VDE 0418/1932 Regeln für Elektrizitätszähler R.E.Z. in spanischer und englischer Sprache zu je 1,40 RM.

Bestellungen hierauf sind ebenfalls an die Verlagsabteilung des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

Aus dem Gau Ostpreußen.

Vor dem Gau Ostpreußen hielt am 15. I. 1935 in Königsberg i. Pr. Prof. Küpfmüller, Danzig, einen Vortrag über die neuere Entwicklung der elektrischen Nachrichtentechnik. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß in immer steigendem Maße Wechselströme höherer Frequenzen für die Nachrichtenübertragung nutzbar gemacht werden. Dies gilt nicht nur für die drahtlose Technik, sondern auch für die Übertragung auf Leitungen. An einigen Beispielen wurde diese Entwicklungsrichtung veranschaulicht. Bei den Kabelleitungen hat die Verwendung höherer Frequenzen neuerdings durch zwei Probleme einen Anstoß erhalten. Einerseits führte die Forderung nach einer ausreichenden Übertragungsgeschwindigkeit in langen Fernsprechverbindungen zu Leitungen mit breitem Übertragungsfrequenzbereich, der durch mehrere Fernsprech-Trägerverbindungen ausgenutzt werden kann. Anderseits wurden in letzter Zeit Fortschritte gemacht bei der Lösung der Aufgabe, Kabel mit besonders breitem Frequenzbereich herzustellen. Derartige Kabel werden die Möglichkeit eröffnen, eine sehr große Zahl von Kanälen gleichzeitig auf einem einzigen Leiter zu betreiben, wenn auch hier vor der praktischen Anwendung noch eine Reihe von Aufgaben gelöst werden muß.

Ein weiteres Beispiel bilden die kürzlich unternommenen Versuche, Rundfunkprogramme mit Hochfrequenzkanälen auf gewöhnlichen Fernsprech-Teilnehmerleitungen zu übertragen. Auch in der drahtlosen Technik ergeben sich interessante Ausblicke hinsichtlich der Verwendung der kürzesten elektrischen Wellen. Diese besitzen zwar nur eine geringe Reichweite infolge ihrer angenähert geradlinigen Ausbreitung, so daß bei größeren Entfernungen Zwischenstationen angewendet werden müssen. Ihre großen Vorteile liegen aber darin, daß sie ähnlich wie Lichtwellen zu einem engen Strahl gebündelt werden können, daß sie jedoch im Gegensatz zum Licht Nebel ungeschwächt durchdringen, und daß sie einen Frequenzbereich zur Verfügung stellen, in dem grundsätzlich eine sehr große Zahl von gleichzeitig betriebenen Telephonie- und Telegraphiekanälen untergebracht werden kann.

Digitized by Google

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Niederschlesien, Breslau. 26. III (Di), 20 h, T. H. gr. Hörs. E I: „Entwicklungsrichtungen in der Hochspannungstechnik" (m. Lichtb.). Dr. W. Schäfer.

VDE, Gau Thüringen, Erfurt. 28. III. (Do), 20 h, Gesellschaft Ressource: „Das Ruhrgebiet im Wandel von 2000 Jahren" (m. Lichtb.). Dr. Spethmann. Veranstaltung mit Damen.

VDE, Gau Mittelhessen, Frankfurt a. M. 27. III. (Mi), 20 h, Hörs. Phys. Verein, Robert-Mayer-Str. 2: „Die Wirkungsweise der Stromrichter mit Hilfe der Elektronenphysik." Prof. Dr. Meißner.

VDE, Gau Saar, Saarbrücken. 29. III. (Fr), 20 h, gr. Saal der Handwerkskammer Sbr. I.: „Schlagwettergeschütztes Schaltmaterial und weitere Spezialkonstruktionen" (m. Lichtb.). Dr.-Ing. Schmitz.

VDE, Gau Pommern, Stettin. 22. III. (Fr), 20 h 15 m, Konzerthaus: „Kathodenstrahl-Oszillograph und Elektronenmikroskop als techn. Meßgeräte." Dr.-Ing. B. v. Borries.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, Berlin. 28. III. (Do), 17 h 30 m, Hörs. EB 301 der T. H.: 1. „Gestaltung der Arbeitsstätten, eine Kulturaufgabe." K. Kretschmer. 2. Vorführung des Tonfilms „Schönheit der Arbeit".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Orlich †.

Am 4. III. d. J. verschied nach längerer Krankheit der ordentliche Professor, Geheimer Regierungsrat Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. Ernst Orlich, Direktor des Elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule Berlin. Mit ihm hat die deutsche Elektrotechnik einen ihrer führenden Männer, die Technische Hochschule Berlin einen ihrer angesehensten Lehrer verloren.

Orlich war der Sohn des Geheimen Rechnungsrats Orlich an der Potsdamer Eisenbahn. Geboren am 18. IV. 1868 zu Potsdam, erhielt er seine Schulbildung von 1874 bis 1887 auf dem Wilhelms-Gymnasium in Berlin. Er studierte an den Universitäten Erlangen, wo er auch seiner Militärpflicht genügte, und Berlin hauptsächlich Mathematik und Physik. Im Jahre 1893 legte er die Lehramtsprüfung in Mathematik und Physik als Hauptfächern, Chemie und beschreibenden Naturwissenschaften als Nebenfächern ab. 1896 promovierte er mit einer Arbeit „Über die Polarisationskapazität von Quecksilberelektroden" zum Dr. phil. 1894/95 erledigte er ein Seminarjahr am Königstädtischen Realgymnasium in Berlin. Von 1894 bis 1896 war er Assistent bei Professor Warburg am Physikalischen Institut der Universität Berlin, vorher kurze Zeit Privatassistent bei Professor Kundt. So unter ausgezeichneten Physikern ausgebildet trat Orlich am 1. IV. 1896 als wissenschaftlicher Hilfsarbeiter in die Physikalisch-Technische Reichsanstalt ein. 1897 rückte er zum Assistenten, 1900 zum technischen Hilfsarbeiter auf. 1905 wurde er Mitglied der Reichsanstalt und Professor, gleichzeitig Vorsteher des Starkstromlaboratoriums, um dessen Neubau er sich später große Verdienste erwarb. Die schnelle Entwicklung der Elektrotechnik stellte der Reichsanstalt eine Fülle von meßtechnischen Aufgaben, deren Bearbeitung sich Orlich in erster Linie widmete. Besonders zu erwähnen sind seine Arbeiten über das Quadrantelektrometer, die Messung von Selbstinduktionen und die Konstruktion von Normalwiderständen und Spannungsteilern. Die Ergebnisse dieser Tätigkeit hat Orlich in einer großen Anzahl von Veröffentlichungen und drei ausgezeichneten, von hohem wissenschaftlichen Geist durchtränkten Lehrbüchern: „Aufnahme und Analyse von Wechselstromkurven", 1906, „Kapazität und Induktivität, ihre Begriffsbestimmung, Berechnung und Messung", 1912, und „Theorie der Wechselströme", 1912, niedergelegt. Diese Veröffentlichungen kennzeichnen Orlich als einen Meister der Meßtechnik und gründlichen Kenner der Theorie des Wechselstroms. Eine Anerkennung dieser Leistungen war seine Berufung auf den durch den Tod Professor Slabys verwaisten Lehrstuhl für Allgemeine und Theoretische Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Berlin, den er bis zu seinem Tode betreut hat. Aus seinem Laboratorium sind wertvolle Forschungsarbeiten hervorgegangen.

Außer seiner wissenschaftlichen und seiner Lehrtätigkeit, der wir auch die „Anleitung zum Arbeiten im Laboratorium" verdanken, entfaltete er noch eine umfassende Tätigkeit im allgemeinen Interesse. Zu erwähnen sind hier besonders seine gemeinverständlichen Vorträge und seine umfassenden Berichte für die Elektrotechnische Zeitschrift über die Leipziger Frühjahrsausstellungen im Hause der Elektrotechnik von 1924 bis 1934, ferner seine zahlreichen Bücherbesprechungen, Arbeiten, die nur bei umfassenden Kenntnissen durch ungemeinen Fleiß zu bewältigen waren. Von 1906 bis 1908 war er Mitglied, seit 1915 Ehrenmitglied des Hauptausschusses des Elektrotechnischen Vereins, 1911 und 1912 Vorstandsmitglied, 1913 und 1914 Vorsitzender des Elektrotechnischen Vereins. Von 1919 bis 1931 leitete er das Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin, das gemeinsam mit dem Elektrotechnischen Verein eine Anzahl Vortragsreihen über ausgewählte Gebiete der Elektrotechnik veranstaltete. Im Jahre 1925/26 bekleidete er das Amt des Rektors der Technischen Hochschule Berlin. Im Jahre 1932 ernannte ihn die Technische Hochschule Darmstadt zum Dr.-Ing. E. h.

E. Orlich †.

Orlich war nicht nur ein Mann der Wissenschaft, sondern auch ein ausgezeichneter Lehrer. Seine Vorlesungen packten die jungen Studierenden durch den Schwung seiner Rede und fesselten sie durch die Klarheit seiner Gedanken und ihren logischen Aufbau. Seine Hörer wurden mitgerissen von seiner hohen Auffassung von der Schönheit der Technik und des technischen Berufes. Streng gegen sich selbst, übte er auch Strenge gegenüber seinen Schülern, aber in einer Weise, für die sie ihm später dankbar waren. Mit Rat und Tat stand er ihnen in allen wichtigen beruflichen und oft auch in persönlichen Angelegenheiten zur Seite.

Orlich war ein Mann von vielseitigen Interessen, ein Kenner guter Literatur, ein Freund der Musik, ein begeisterter Naturfreund, von heiterer, mit Humor gewürzter Sinnesart. Sein schlichtes Wesen war abhold jeder Hervorhebung seiner Person. Aber er war mehr als das: ein vornehmer Charakter, ein guter Familienvater, ein treuer Freund, ein aufrechter Deutscher.

Hans Görges.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in der Provinz Schlesien.

In seiner Abhandlung in der ETZ 1935, Seite 10/11, kommt Herr Baurat Dr.-Ing. e. h. BACHMANN zu dem Schluß, daß „sich die Privatwerke auf die aufnahmefähigsten Gebiete beschränken und die kommunalen Werke, ihrem gemeinnützigen Charakter entsprechend, sich auch der weniger fruchtbaren Gebiete angenommen haben". Als ein Muster eines solchen Privatwerkes wird die Schlesische Elektricitäts- und Gas-Actien-Gesellschaft dabei besonders hervorgehoben.

Digitized by Google

Die Ausführungen des Verfassers erfordern eine Berichtigung. Die Schlesische Elektricitäts- und Gas-AG. hat sich als erstes Unternehmen Schlesiens und eines der ersten im ganzen Reich der öffentlichen Elektrizitätsversorgung angenommen. Nachdem die Gesellschaft das oberschlesische Industriegebiet weitgehend elektrisiert hatte, begann sie 1914 mit dem Bau eines Überlandnetzes, das den Landkreis Tost-Gleiwitz versorgen und darüber hinaus zunächst bis in den Kreis Cosel vorstoßen sollte. Da griff die Regierung ein und machte ihre notwendigen Genehmigungen zur Benutzung staatlichen Grundeigentums von der bindenden Zusage abhängig, die weitere Ausdehnung des Versorgungsgebietes lediglich auf das Industriegebiet und den Landkreis Tost-Gleiwitz zu beschränken. Trotz jahrelanger Bemühungen war es unmöglich, die Regierung zur Rücknahme ihres Ansinnens zu bewegen. Im Schutze dieser Regierungsmaßnahme wurde dann das „Kommunale Kraftwerk Oppeln", die heutige „Überlandwerk Oberschlesien A.-G.", Neiße, gegründet, so daß schließlich nichts übrig blieb, als mit dieser neuen Gesellschaft einen Abgrenzungsvertrag im Sinne der Regierungsforderung abzuschließen. Also: Nicht das Privatwerk, die Schlesische Elektricitäts- und Gas-AG., beschränkte sich auf die aufnahmefähigsten Gebiete, sondern die Regierung untersagte zugunsten eines erst zu gründenden kommunalen Werkes jede weitere Ausdehnung.

Die Aufnahmefähigkeit von Versorgungsgebieten als unterscheidendes Merkmal bei Vergleichen einzuführen, geht nicht an, wenn dabei ein Urteil über die wirtschaftliche Lage und den gemeinnützigen Charakter von zwei Versorgungsunternehmern gewonnen werden soll. Kapitalaufwand, Betriebskosten, Strompreise sind die maßgebenden Größen. Nicht unwesentlich sind dabei die steuerliche Vorzugsbehandlung der kommunalen Werke und die Belastung der Privatwerke durch Kommunalabgaben.

Wenn man schon diese Größen nicht alle berücksichtigt und sich auf die Leitungsnetze beschränkt, so wäre es richtiger, statt der Leitungslänge den Kapitalaufwand einzuführen. Vergleicht man z. B. die Schlesische Elektricitäts- und Gas-AG. mit der Überlandwerk Oberschlesien AG., Neiße, so ergibt sich nach dem Verfasser, der von km Hochspannungsleitung je 10^6 kWh ausgeht, ein Verhältnis von 1 : 16. Würde man das angelegte Kapital berücksichtigen und etwa von RM je 10^6 kWh ausgehen, so würde sich für das Leitungsnetz ein Verhältnis von 1 : 4,8, für die Gesamtanlagen ein Verhältnis von 1 : 1,8 ergeben.

Gleiwitz, 25. I. 1935.

Schlesische Elektricitäts- und Gas-Actien-Gesellschaft.

Erwiderung:

Die Leitungslängen sind zwar kein genauer Maßstab für die Aufnahmefähigkeit eines Versorgungsgebietes, immerhin geben sie aber ein zutreffenderes Bild als der investierte Kapitalaufwand. Wenn sich das Verhältnis der Anlagekosten des Verteilungsnetzes gegenüber dem Verhältnis der Leitungslängen für den Absatz von 10^6 kWh bei den OEW und der ÜWO von 1 : 16 auf 1 : 4,8 verschiebt, so liegt das daran, daß das Hochspannungsnetz der OEW im wesentlichen aus unterirdisch verlegten Kabeln besteht, was eben nur in einem so außerordentlich aufnahmefähigen Versorgungsgebiete wie das Oberschlesische Kohlenrevier möglich ist und weiter daran, daß die OEW ein eigenes, großes Dampfkraftwerk — in Zaborze — besitzen, die ÜWO aber nicht. Um aus dem Kapitalaufwand Schlüsse ziehen zu können, müßte man ihn also zunächst auf gleiche Basis bringen. Würde man dem tatsächlichen Kapitalaufwand der ÜWO die Mehrkosten eines Kabelnetzes hinzurechnen und das Kraftwerk der OEW ausscheiden, so würde das Verhältnis des Kapitalaufwandes zum Stromabsatz dem der Leitungslängen zum Stromabsatz genügend nahe kommen und die Beurteilung der Aufnahmefähigkeit nach den Leitungslängen als zutreffend bestätigen. Aber auch die von den OEW angegebenen Verhältnisse von 1 : 4,8 und 1 : 1,8 bestätigen den in meiner Abhandlung auf Seite 11 der ETZ gezogenen Schluß, mit dem ich nur auf die Tatsache hinweisen wollte, daß die privaten Werke die aufnahmefähigsten Gebiete und die Werke der öffentlichen Hand die weniger fruchtbaren Gebiete Schlesiens versorgen. Daß das Oberschlesische Kohlenrevier das günstigste der Versorgungsgebiete der Überlandzentralen Schlesiens ist, dürfte keinem Zweifel unterliegen.

Hirschberg, 27. I. 1935. Bachmann.

Wie schließen hiermit die Erörterung. D. S.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrizitäts-Jahrbuch 1934. Von A. Friedrich. Mit 128 S. in 8°. Herausg.: Elgawe-Tagesfragen, Verlag Dr. Fritz Pfotenhauer, Berlin 1935. Preis geh. 1,50 RM.

Der Verfasser hat mit großem Fleiße wertvolle statistische Unterlagen zusammengetragen, sie verständnisvoll gesichtet und ihnen, trotz der Meidung der raumraubenden Zahlentafelform, eine Anordnung gegeben, welche einen bequemen Überblick gestattet.

Auf diese Weise ist ein Buch entstanden, welches eine bisher im deutschen Schrifttum oft störend empfundene Lücke ausfüllt, nämlich ein ganz billiges (Preis 1,50 RM), handliches (128 Seiten DIN A 5) Nachschlagewerk, in welchem ein jeder, der sich mit der deutschen Stromwirtschaft beschäftigen will, erschöpfende Auskunft erhält, über die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen von 270 der wichtigsten deutschen Stromversorgungs-Unternehmungen und von 547 Werken in Groß- und Mittelstädten.

Neben den Angaben über Kapital, Dividende, Leistungsfähigkeit der Anlagen, erzeugte, bezogene und nutzbar abgegebene kWh sind vielfach auch Mitteilungen über Größe, Bevölkerungsdichte und Wirtschaftscharakter der Versorgungsgebiete, über die vorhandenen und die angeschlossenen Haushaltungen, über die Beteiligung an der Arbeitsbeschaffung u. a. m. gemacht. Bei Werken mit Strombezug ist auch das Lieferwerk angegeben, was bei allen bisherigen Veröffentlichungen oft genug vermißt wurde.

Unterteilt sind die Angaben des Buches nach 13 Versorgungsgebieten, einschl. der Saar; als 14. ist der Freistaat Danzig behandelt. In den einzelnen Abteilungen sind die Werke alphabetisch geordnet, allerdings in einer Zweiteilung. Für Unternehmungen, welche größere Gebiete und zumeist viele Gemeinden versorgen, also die Überlandwerke, ist der Firmenname für solche, welche sich in der Hauptsache auf die Versorgung einer Stadt beschränken, der Name dieser Stadt gewählt. Es wird sich empfehlen, in den nächsten Jahresausgaben diese Zweiteilung aufzugeben und alle Unternehmungen einheitlich nach dem Sitze ihrer Verwaltung anzuordnen, wie man dieses auch aus den Statistiken der VdEW (REV) gewöhnt ist. Notwendig ist für die kommenden Jahrgänge ein alphabetisch geordnetes Stichwortverzeichnis der behandelten Unternehmungen. Da das Buch nur eine Auswahl von Werken enthält und man bei der gewählten Teilung in 13 Gebiete nicht immer wissen kann, in welchem derselben ein gesuchtes Werk liegt, kann ein solches Stichwortverzeichnis nicht entbehrt werden.

Diesem wichtigsten und umfassendsten Teile des Buches: „Die E-Versorgung in den einzelnen Reichsgebieten" (Seite 37 bis 119) sind außer einem Geleit- und Vorworte und einem Verzeichnis der angewandten Abkürzungen noch beigegeben: A: Allgemeine Tatsachen und Zahlen (Seite 7 bis 28), die wertvolle statistische Übersichten über Energieträger und Energiewirtschaft, einen elektrizitäts-geschichtlichen Kurzbericht und Angaben über den gegenwärtigen Entwicklungszustand der deutschen Stromwirtschaft enthalten. B: Wirtschaftliche und technische Gruppen und Verbände (Seite 31 bis 33), Ausführungen, die besonders zu begrüßen sind, da über den Ausbau der deutschen Stromwirtschaft, wie er sich bis Ende 1934 entwickelt hat, in weiten Kreisen noch große Unklarheit herrscht. C: Der Aufbau der deutschen E-Versorgung (Seite 35 bis 37), welcher neben 2 Zahlentafeln ein Bild über den Stromfluß zwischen den 13 Strombezirken zeigt.

Als Anhang (Seite 121 bis 128) sind beigegeben eine Zahlentafel über den Stromverbrauch wichtiger elektrischer Haushaltgeräte, eine Erläuterung der wichtigsten elektrotechnischen Begriffe und ein Verzeichnis des benutzten Schrifttums. B. Thierbach.

Einführung in die theoretische Physik. Bd. 3, Teil 1: Elektrodynamik und Optik. Von Prof. Dr. C. Schaefer. Mit 235 Fig. i. Text, VIII u. 918 S. in gr. 8°. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1932. Preis geh. 37,50 RM, geb. 40 RM.

Den ersten beiden Bänden über Mechanik und Wärme ist nach einem durch äußere Umstände bedingten jahrelangen Abstand der dritte Band gefolgt, der sich mit der Elektrodynamik und Optik beschäftigt, soweit sie noch der klassischen Physik zuzurechnen sind. Über die als hervorragend bekannte Darstellung und Stoffauswahl der

Digitized by Google

einzelnen Abschnitte mehr zu sagen, erübrigt sich. In den ersten sechs Abschnitten findet man von der Elektro- und Magnetostatik ausgehend eine ausführliche phänomenologische Darstellung der Maxwellschen Theorie. In der Optik ist stets der Zusammenhang von der Röntgenstrahlung bis zu den längsten elektromagnetischen Wellen gewahrt. Metalloptik, Kristalloptik, Interferenz, Beugung sind hier die Hauptabschnitte. Die Lorentzsche Elektronentheorie führt zur Theorie der Dispersion und Absorption. Als Abschluß der klassischen Physik ist ein ausgezeichnetes Kapitel über die Theorie der Relativität eingefügt. Als Einführung in die theoretische Physik ist der vorliegende Band in seiner Ausführlichkeit für die Studierenden der Physik und der Elektrotechnik hervorragend geeignet. Ihm ist auch in den Kreisen der Elektrotechniker eingehende Beachtung zu wünschen. Die Theorien der Atom- und Quantenphysik sollen in dem zweiten Halbband folgen, der hoffentlich in nicht zu ferner Zeit dieses bedeutende Werk abschließt. E. Lübcke.

Keramische Baustoffe für die Hochfrequenztechnik. Von E. Schwandt. Mit 50 Abb. u. 78 S. in 8°. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig 1933. Preis geb. 3 RM.

Die Hochfrequenztechnik stellt an die von ihr benutzten Isolierstoffe Anforderungen, die nach manchen Richtungen weit über das hinausgehen, was die üblichen Isolierstoffe zu leisten vermögen. Zusammen mit der keramischen Industrie ist es in den letzten Jahren gelungen, keramische Isolierstoffe herzustellen, die diesen Anforderungen weitgehend entsprechen.

Der Verfasser hat in dankenswerter Weise alles zusammengetragen, was zur näheren Kenntnis dieser Stoffe und ihrer für den Hochfrequenztechniker wichtigen Eigenschaften beitragen kann. Im 1. Abschnitt werden in klarer Weise die Anforderungen, besonders hinsichtlich des dielektrischen Verlustwinkels und der Dielektrizitätskonstante, besprochen; der 2. Abschnitt enthält die mechanischen, thermischen und elektrischen Prüfungen der Isolierstoffe sowie eine tabellarische Zusammenstellung der für die verschiedenen Isolierstoffe ermittelten Werte. Der 3. Abschnitt behandelt die keramischen Stoffe und ihre spezifischen Eigenschaften, während im 4. Abschnitt die unter Verwendung von Speckstein hergestellten Steatitprodukte (Frequenta, Frequentit, Calit, Calan) besprochen werden. Sehr lehrreich sind auch die weiteren Angaben in den Abschnitten 5 und 6, in denen an Hand von Konstruktionszeichnungen die Anfertigung von Isolierkörpern aus keramischem Material und die Konstruktionsbedingungen näher erläutert werden. Die Besprechung keramischer Einzelteile für den Empfänger- und Senderbau beschließt das klar geschriebene Buch, das jedem empfohlen werden kann, der sich über den jetzigen Stand dieses so wichtigen Gebietes, das sich in dauernder Weiterentwicklung befindet, unterrichten will. R. Rieke.

Eingegangene Doktordissertationen.

Egon von Aufschnaiter, Die Drehfeldtheorie des gasgefüllten Gleichrichters. T. H. Berlin 1934.

Wilhelm Boehm, Über Pfahlgründungen. T. H. Stuttgart 1934.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Entwicklung der Beschäftigung der elektrotechnischen Industrie. — Nach den vom Statistischen Reichsamt veröffentlichten Ziffern[1]) waren gemäß der Betriebszählung vom 16. VI. 1933 im Deutschen Reich rd. 27 500 Niederlassungen (zum gleichen Zeitpunkt 1925 rd. 24 000) der elektrotechnischen Industrie vorhanden mit rd. 248 000 (1925 rd. 394 000) beschäftigten Personen. Von diesen 248 000 Beschäftigten waren rd. 143 000 Arbeiter bzw. 185 000 männlich und 63 000 weiblich. Ein wesentlicher Anteil davon entfällt auf reine Installationsbetriebe. An einer anderen Stelle der Zeitschrift „Wirtschaft und Statistik"[2]) wird die Anzahl der Betriebe zur Herstellung elektrotechnischer Erzeugnisse mit 6305, die Zahl der beschäftigten Personen mit rd. 161 000 angegeben.

Die Entwicklung der Anzahl der in der Elektrotechnik beschäftigten Personen von Monat zu Monat oder auch nur von Jahr zu Jahr wird nicht amtlich festgestellt; auch die Arbeitslosenstatistik nimmt bekanntlich nicht eine Trennung nach Berufsgruppen und Branchen vor.

Ein klares und vielleicht charakteristischeres Bild über die Entwicklung der Beschäftigung, als es die absoluten Beschäftigtenzahlen bieten, stellen die Ergebnisse der Industrieberichterstattung dar, wie sie vom Institut für Konjunkturforschung mitgeteilt werden. Diese Untersuchung erstreckt sich auf die Entwicklung des Anteils der ausgenutzten Arbeitsplätze bzw. Arbeitstunden im Verhältnis zu den entsprechend der technischen Einrichtung der Betriebe möglichen und auf die laufende Beobachtung der durchschnittlichen täglichen Arbeitszeit. Die Entwicklung im letzten Krisenjahr 1932 und in den beiden ersten Jahren nach der Machtergreifung durch den Nationalsozialismus gibt die Zahlentafel 1.

Die Zusammenstellung zeigt in jeder Beziehung eine starke Aufwärtsentwicklung der Beschäftigung und somit der elektrotechnischen Industrie überhaupt. Während im Jahr 1932 die Zahl der beschäftigten Arbeiter (Zeile 1) nur 40 bis 42 % der Arbeiterplatzkapazität betrug, hat sie sich 1933 allmählich auf 56 % und bis Ende 1934 auf etwa 70 % gehoben. Noch stärker aufwärts gerichtet war die Entwicklung der geleisteten Arbeiterstunden in Prozent der Arbeiterstundenkapazität (Zeile 2). 1932 wurden nur 30 bis 34 % der möglichen Arbeiterstunden geleistet, im Dezember 1933 52,2 %, und Ende 1934 war die Kapazität um weitere 25 % mehr ausgenutzt als im Vorjahr.

Aus dem starken Ansteigen der letztgenannten Ziffern der Zeile 2 der Aufstellung ist zu schließen, daß die Kurzarbeit eingeschränkt werden konnte bzw. die tägliche Arbeitszeit der Normaldauer von 8 h entgegengeführt wurde. Tatsächlich ist aus der Zahlenreihe 3 (durchschnittliche tägliche Arbeitszeit der Arbeiter in Stunden) zu erkennen, daß die Mehrbeschäftigung von Arbeitern nicht etwa auf Kosten der Arbeitszeit erfolgte. Im Gegenteil, betrug sie 1932 durchschnittlich nur 5¾ h je Tag, so stellte sie sich Ende 1933 auf 7⅓ h und näherte sich Ende 1934 immer mehr der gesetzlichen Höchstdauer.

Zahlentafel 1. Entwicklung der Beschäftigung der elektrotechnischen Industrie. (Ergebnisse der Industrieberichterstattung.*)

	1932				1933				1934			
	März	Juni	Sept.	Dez.	März	Juni	Sept.	Dez.	März	Juni	Sept.	Dez.
1. Zahl der beschäftigten Arbeiter in % der Arbeiterplatzkapazität	42,3	40,2	41,7	42,2	40,5	43,0	50,4	56,0	56,4	62,4	70,3	68,9
2. Zahl der geleisteten Arbeiterstunden in % der Arbeiterstundenkapazität	30,5	29,3	32.3	33,8	30,9	35,2	42,8	52,2	49,9	56,9	64,7	65,2
3. Durchschnittliche tägliche Arbeitszeit der Arbeiter in Stunden	5,75	5,73	6,09	6,26	5,99	6,43	6,63	7,33	7,08	7,30	7,38	7,61
4. Zahl der beschäftigten Angestellten in % der Angestelltenplatzkapazität	68,9	63,2	60,1	56,6	55,1	55,5	57,7	61,0	63,2	68,1	71,8	74,00

*) Vgl. Wochenberichte des Instituts für Konjunkturforschung.

Aus der untersten Zeile ist ersichtlich, daß auch die Beschäftigungsmöglichkeit für Angestellte sich stark erhöht hat, und zwar von 56,6 % der Angestelltenplatzkapazität Ende 1932 auf 61 % Ende 1933 und auf 74 % Ende 1934. *Dr. Al.*

Berichtigung.

Im Bericht „Naht- und Punktschweißmaschine mit Gittersteuerung", H. 10 der ETZ d. J., S. 311, muß es in der Unterschrift zu Abb. 1 „Nahtschweißmaschine" heißen statt „Punktschweißmaschine". Entsprechend ist auch der am Schluß des Berichtes stehende Hinweis auf die Abbildung weiter nach oben zur Beschreibung der Nahtschweißmaschine zu verschieben.

[1]) Vergl. Wirtsch. u. Statist., Bd. 14, S. 199.
[2]) Vergl. Wirtsch. u. Statist., Bd. 14, S. 475.

Abschluß des Heftes: 15. März 1935.

Für die Schriftleitung (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 28. März 1935** **Heft 13**

Die Überschlagspannung verschmutzter Isolatoren.

Von **Fritz Obenaus**, Hermsdorf i. Thür.

Übersicht. Für die Formgebung und Bemessung der Isolation für Hochspannungsanlagen in Verschmutzungsgebieten werden praktisch verwertbare Hinweise gegeben, die aus Untersuchungen über den Überschlagvorgang bei Isolatoren mit Oberflächenbelag gewonnen wurden.

Der starke Einfluß von Oberflächenverschmutzung auf die Überschlagspannung von Isolatoren ist von zahlreichen Betriebserfahrungen her bekannt. Auch an dieser Stelle ist bereits in mehreren Veröffentlichungen[1]) auf die wesentliche Erniedrigung der Überschlagspannung hingewiesen worden, die durch „Oberflächenbelag", beispielsweise Industriestaub oder Salz, hervorgerufen wird. Die Anschauungen und Angaben über die Ursachen der Überschlagspannungs-Erniedrigung gehen jedoch derart auseinander, daß sie als Grundlagen für die Ausbildung und Beurteilung der Freileitungsisolatoren nicht allzu geeignet sind. Durch neuere Versuche[2]) im Laboratorium und auf praktischen Freileitungen, die in engster Anlehnung an die bestehenden Erfahrungen angestellt wurden, war es möglich, einen solchen Einblick in die Vorgänge beim Überschlag zu gewinnen, daß praktisch verwertbare Hinweise für die Isolatorenherstellung und die Bemessung der Freileitungsisolation bei Verschmutzungsgefahr gegeben werden konnten.

Der Vollbelag. Das besonders ungünstige elektrische Verhalten der verschmutzten, zumeist noch tau- oder nebelfeuchten Isolatoren rührt daher, daß ihre Oberfläche von einem Belag bedeckt ist, der eine gut leitende, ununterbrochene elektrische Verbindung zwischen den Isolatorelektroden herstellt. Dieser wegen seiner eben geschilderten Eigenschaften mit „Vollbelag" bezeichnete Oberflächenüberzug setzt die Überschlagspannung weit mehr herab als beispielsweise ein „Teilbelag", wie er bei Beregnung der Freileitungsisolation entsteht. Im letzteren Falle sind die Isolatoren nur an den vom herabfallenden Regen getroffenen Oberflächenteilen mit einem leitenden Überzug versehen, während die gegen den Regen geschützten Unterseiten von Schirmen beispielsweise vollständig trocken bleiben und eine verhältnismäßig gute Isolation gewährleisten.

Der Überschlagvorgang. Eingehende Versuche sowohl an Modellkörpern als auch an technischen Isolatoren im Laboratorium und auf der Leitung ließen erkennen, daß der Überschlagvorgang bei Isolatoren mit einem solchen Vollbelag durch Wärmevorgänge wesentlich bestimmt wird. Der die beiden Isolatorelektroden in zusammenhängender Strombahn verbindende Belag wird von einem Kriechstrom durchflossen, der eine Erwärmung des Oberflächenüberzugs bewirkt. Die Erwärmung führt bei dem zumeist feuchten Belag bis zur Verdampfung der Belagfeuchtigkeit und damit zur Abtrocknung der Oberfläche. Da jedoch bei allen technischen Isolatoren eine ungleichmäßige Verteilung des Oberflächenwiderstandes längs des „Kriechwegs" vorhanden ist, erfolgt die Verdampfung des Belages nicht auf der gesamten Oberfläche gleichmäßig. Es bilden sich vielmehr besondere „Verdampfungsherde" aus, die dort zu suchen sind, wo der „Oberflächenwiderstand je Kriechwegeinheit" am größten ist. Solche Verdampfungsherde sind z. B. die Übergangsstellen vom Belag zu den Armaturen oder bei Drehkörpern, wie sie in den allermeisten technischen Freileitungsisolatoren vorliegen, die Teile mit geringstem Durchmesser (Einschnürungen bei Stabisolatoren, vgl. Abb. 1).

Die abgetrockneten, den Vollbelag unterbrechenden Stellen werden sofort nach ihrem Entstehen durch leuchtende Entladungen (Abb. 1) überbrückt. Bei gut leitendem Belag nehmen diese Entladungen Lichtbogenform an. Diese „Teillichtbogen" schließen bestimmte Strecken der Isolatoroberfläche kurz und vermindern damit den für die Höhe der Überschlagspannung maßgebenden Überschlagsweg. Alle diese Stellen eines Isolators, die zuerst Teilentladungen aufweisen, sind also als tote Strecken aufzufassen. Daneben haben die Teillichtbogen eine andere bemerkenswerte Eigenschaft, die zur frühzeitigen Einleitung eines Überschlags des gesamten Isolators führt. Es zeigt sich nämlich, daß sie unter dem Einfluß des elektrischen Feldes aufeinander zugetrieben werden. Eine Vorstellung davon gibt Abb. 2, die die aufeinander zustrebenden Teilentladungen an dem bei dem Versuch verwendeten Modellisolator zeigt. Durch behelfsmäßige Schirme konnten die Lichtbogen in ihrer Bewegung gehemmt werden. Diese Beobachtung weist auf die günstige Wirkung weitausladender Schirme an Isolatoren für Schmutzgebiete hin.

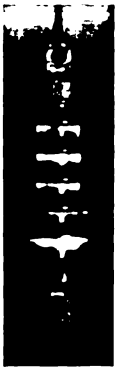


Abb. 1. Teilentladungen an einem Stabisolator.

Einfluß der Stärke der Verschmutzung. Nicht jeder „Vollbelag" hat den gleich ungünstigen Einfluß auf die Überschlagspannung. So setzt beispielsweise Tau- oder Nebelniederschlag auf sauberen Isolatoren die Überschlagspannung nur geringfügig herab und ist im Leitungsbetrieb vollkommen gefahrlos. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Ablagerungen von nichtmetallischem Industriestaub, solange keine Feuchtigkeit hinzutritt. Demgegenüber ist ein Vollbelag, wie er durch Salzwasserniederschlag in der Nähe der Meeresküste entsteht, als äußerst schädlich bekannt[3]).

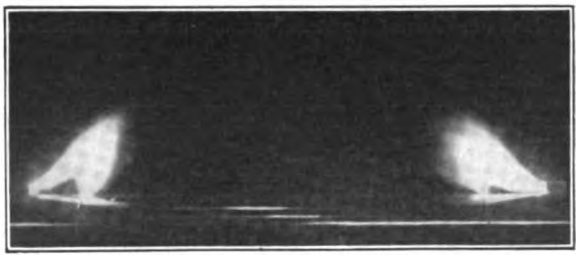


Abb. 2. Teillichtbogen am Modellisolator.

Es ist leicht einzusehen, daß die Leitfähigkeit des Belagstoffes eine große Rolle spielt. Zur Klärung dieser Fragen wurden deshalb verschiedene Versuchsreihen, nämlich

1. an einem Modellisolator mit reinem Flüssigkeitsbelag,
2. an technischen Isolatoren bei künstlicher Benebelung und Verschmutzung mit Industriestaub,

[1]) ETZ 28 (1907), H. 52, S. 1235. ETZ 46 (1925), H. 3, S. 69. ETZ 51 (1930), H. 52, S. 1784. ETZ 52 (1931), H. 25, S. 807. ETZ 53 (1932), H. 52, S. 1247.

[2]) Obenaus, Dissertat. T. H. Dresden 1932.

[3]) ETZ 51 (1930), H. 52, S. 1783. ETZ 52 (1931), H. 4, S. 117. ETZ 54 (1933), H. 15, S. 355.

Digitized by Google

3. an technischen Isolatoren bei natürlicher Verschmutzung auf der Leitung und Benebelung im Laboratorium,

ausgeführt. Bei dem Modellisolator ließ sich in einfacher Weise die Leitfähigkeit der Belagflüssigkeit verändern. Bei den Versuchen mit künstlich verschmutzten technischen Isolatoren wurde die Abhängigkeit der Nebelüberschlagspannung von der Anzahl der Verschmutzungen in einer besonderen Schmutzkammer[4]) bestimmt. Die Leitungsversuche erstreckten sich auf die Ermittlung der Nebelüberschlagspannung in Abhängigkeit von der Einbauzeit der Isolatoren in einem 100 kV-Netz mit starkem

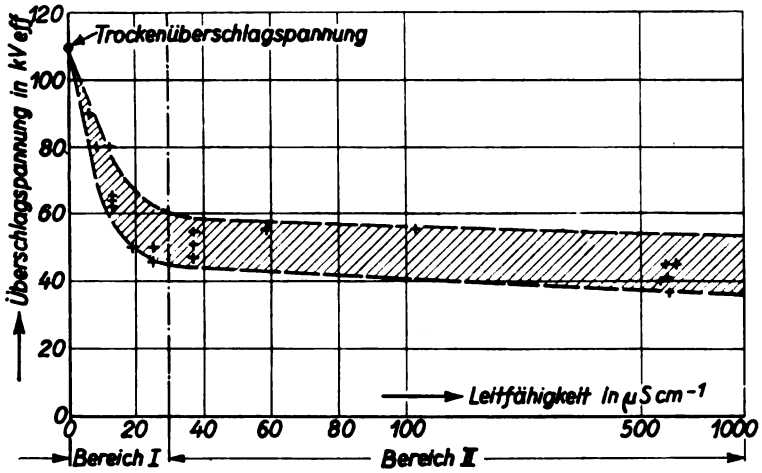
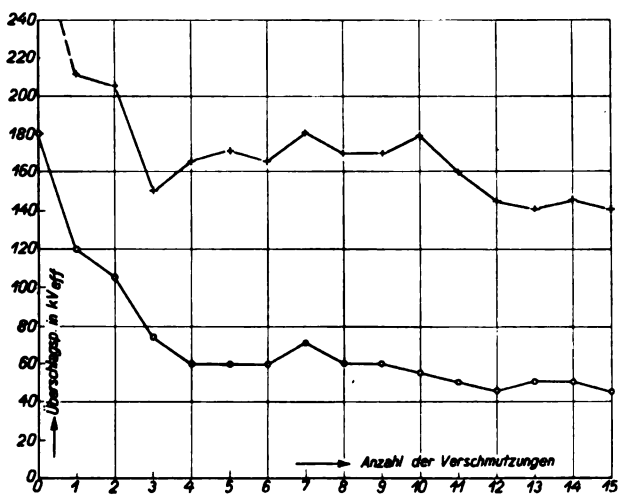


Abb. 3. Überschlagspannung des Modellisolators in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit der Belagflüssigkeit.



○ 5gliedrige Kette aus normalen Kappenisolatoren (K 3)
\+ „ „ „ Dreischirmisolatoren

Abb. 4. Nebelüberschlagspannung an Isolatorenketten in Abhängigkeit von der Anzahl der Verschmutzungen im Laboratorium

Schmutzanfall. Längere Einbauzeit auf der Leitung entspricht dabei der Zunahme des Leitvermögens oder der Stärke der Verschmutzung bei den erwähnten Laboratoriumsversuchen 1 und 2.

In den Abb. 3, 4 und 5 sind die Versuchsergebnisse übersichtlich dargestellt. Der grundsätzlich ähnliche Verlauf der Kurven ist unschwer zu erkennen. Die in Abb. 3 angedeutete Unterteilung der Kurve in einen Bereich I mit starkem Abfall und einen Bereich II mit nur unmerklichem Absinken der Überschlagspannung ist ebenso für die Abhängigkeit der Nebelüberschlagspannung von der Anzahl der Verschmutzungen (Abb. 4) und von der Einbauzeit (Abb. 5) gültig. Aus dem verschiedenartigen Kurvenverlauf in den Bereichen I und II folgen zwei praktisch wichtige Erkenntnisse:

I. Der Hauptrückgang der Nebelüberschlagspannung bei Isolatoren mit Vollbelag erfolgt bereits bei verhältnismäßig geringer Zunahme der Leitfähigkeit des Belags. Im praktischen Freileitungsbetrieb in Verschmutzungsgegenden wird also bereits nach wenigen Monaten Einbauzeit ein beträchtlicher Rückgang der Nebelüberschlagspannung der Isolatoren festgestellt werden.

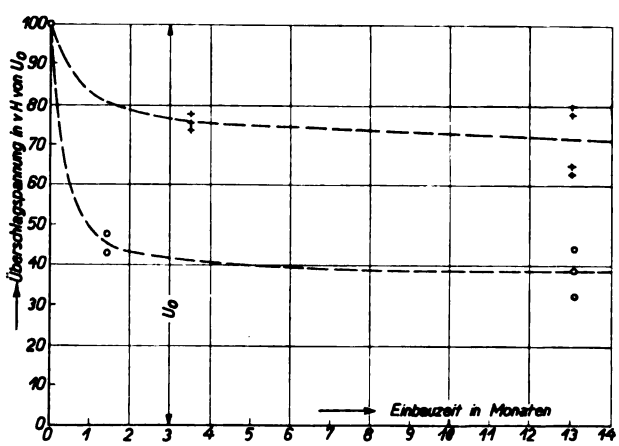
II. Die anfänglich (Bereich I) mit wachsender Stärke der Verschmutzung rasch abfallende Nebelüberschlagspannung erreicht einen kritischen Spannungswert (Grenze zwischen Bereich I und II), von dem ab die Überschlagspannung weit weniger absinkt als vorher. Diese charakteristische „Überschlagspannung bei Vollbelag" ist sowohl bei der Isolatorherstellung als auch bei der Bemessung der Freileitungsisolation von ausschlaggebender Bedeutung. Im ersteren Falle ist sie ein wertvolles Hilfsmittel bei der Beurteilung verschiedener Isolatorentypen. Für die Bemessung der Freileitungsisolation gestattet sie in Annäherung die Berechnung des im ungünstigsten Betriebsfalle vorhandenen Sicherheitsgrades, als den man das Verhältnis

$$\frac{\text{Überschlagspannung bei Vollbelag}}{\text{Betriebspannung}}$$

ansehen kann. An Hand des in Abb. 4 gegebenen Beispiels läßt sich das eben Gesagte deutlich machen. Es handelt sich hier um Isolatorenketten für eine 100 kV-Leitung. Die charakteristische „Überschlagspannung bei Vollbelag" ist etwa nach viermaliger Verschmutzung der Isolatoren erreicht, sie beträgt für die

Normalisolatoren . . . . . etwa 60 kV$_{eff}$
Sonderisolatoren der Dreischirmtype „ 160 „ .

Während also die erste Kette bereits bei der Phasenspannung (63 kV$_{eff}$) zum Überschlag neigt, beträgt der Sicherheitsgrad bei Verwendung von Sonderisolatoren nach derselben Einbauzeit unter gleich ungünstigen Verhältnissen noch $\frac{160}{100} = 1{,}6$. Auf der Leitung ist also trotz des starken Schmutzanfalles ein störungsfreier Betrieb möglich.



U_0 Nebelüberschlagspannung der sauberen Isolatoren vor dem Einbau
○ normale Kappenisolatoren
\+ Sonderisolatoren

Abb. 5. Nebelüberschlagspannung auf der Leitung verschmutzter Isolatoren in Abhängigkeit von der Einbauzeit.

Zusammenfassung: Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß Verschmutzung auf der Isolatorenoberfläche dann besonders ungünstig ist, wenn sie einen sogenannten „Vollbelag" bildet, der die an Spannung und an Erde liegenden Teile des Isolators elektrisch gut leitend verbindet. Aus Untersuchungen an einem Modellisolator über die Abhängigkeit der Überschlagspannung von der Leitfähigkeit des Belags und Messungen an praktischen Isolatoren über die Abhängigkeit der Überschlagspannung von der Stärke der Verschmutzung ergibt sich ein brauchbares Hilfsmittel für die Beurteilung und Bemessung der Isolation in Gestalt der sogenannten „Überschlagspannung bei Vollbelag".

[4]) ETZ 52 (1931), H 9, S. 273.

Digitized by Google

Über den physikalischen Aufbau von Kondensatoren*).

Von Georg Nauk, Berlin[1]).

Übersicht. Es werden Hadern-, Natronzellulose- und Sulfitzellulosepapiere auf ihr elektrisches Verhalten in Abhängigkeit von der Temperatur untersucht. Unimprägnierte Papiere weisen eine bestimmte Verlustabhängigkeit von der Temperatur auf. Artgleiche Papiere verschiedener Herkunft unterscheiden sich deutlich durch jeweils für sie kennzeichnende Verlust-Temperatur-Abhängigkeitskurven. Es gibt Papiere mit einem temperaturunabhängigen Teil bis 60 ° C und solche, deren Verluste bereits bei 20 ° C zu steigen beginnen. Nach Imprägnierung mit säurefreiem Öl und Paraffin bleiben diese gefundenen Verlustkennlinien bei allen 3 Papiersorten unverändert erhalten. Im Gegensatz zu den bekannten Anschauungen wird der Papieranteil als bestimmend für die Temperaturabhängigkeit der Verluste des Dielektrikums gefunden. — Durch Zusatz von Kolophonium zum Öl wird die gefundene Abhängigkeit der Verluste von der Temperatur bei Natron- und Sulfitpapier sehr stark gestört, bei Hadernpapier fast gar nicht bzw. nur der durch den Harzzusatz bedingten erhöhten Leitfähigkeit entsprechend. Dieser Unterschied wird zum größten Teil auf den Aufschließungsvorgang zurückgeführt.

Einleitung.

Von den in den letzten Jahren veröffentlichten Arbeiten über das Verhalten von Isolierstoffen im elektrischen Feld hatte die Mehrzahl zum Ziel, Berechtigung und Geltungsbereich der bestehenden Verlust- und Durchschlagtheorien zu prüfen, unabhängig davon, ob das Versuchsstück praktische Bedeutung hat. Weit geringer ist die Reihe der Untersuchungen technischer Isolierstoffe, insbesondere besteht darin ein fühlbarer Mangel auf dem Gebiet der Papierkondensatoren. Die wenigen Arbeiten, die sich mit getränktem Papier als Dielektrikum befassen, sind hauptsächlich aus den Bedürfnissen der Kabeltechnik heraus entstanden und kennen nur „Kabelpapier" oder schlechtweg „Papier". Die Forderungen bezüglich elektrischer Beanspruchung, dielektrischer Verluste und Kapazitätsbildung sind aber im Kondensatorbau so wesentlich schärfer, daß er gezwungen ist, unter einer weit größeren Anzahl von Tränkmitteln und Papierarten zu suchen als die Kabeltechnik. Die folgende Arbeit soll zeigen, nach welchen Gesichtspunkten die Wahl und die gemeinsame Verwendung der Einzelstoffe Papier und Tränkmittel im Kondensatorbau erfolgen muß.

Versuchsstoffe.

Zur Verfügung standen maschinenglatte und satinierte Hadern-, Natron- und Sulfitzellulosepapiere verschiedener Herkunft in Stärken von 0,008 bis 0,012 mm und 43 mm Breite, aufgewickelt zu etwa 2 kg schweren Rollen, in denen Kondensatorpapiere gewöhnlich geliefert werden. Die Herstellung dieser Papiere soll als bekannt vorausgesetzt werden. Untersucht werden nur reine Stoffe, wie sie für den Kondensatorbau in Frage kommen, d. h. Hadernpapier mit neutraler Reaktion, Natronpapier mit Basenzahlen unter 0,5 mg KOH/g Substanz und Sulfitpapier mit Säurezahlen kleiner als 0,05 mg KOH/g Substanz. Der Kürze wegen werden die verschiedenen Versuchsstücke fortlaufend mit arabischen Ziffern bezeichnet und je nachdem, ob es sich um Hadern-, Natron- oder Sulfitpapier handelt, in den Bildern mit dem Index *H*, *N* oder *S* versehen. Außerdem wird die Oberflächenbeschaffenheit durch den Zusatz mgl. (maschinenglatt) oder sat. (satiniert) gekennzeichnet.

Versuchsanordnungen.

Im Gegensatz zu den gewöhnlichen Untersuchungsverfahren derartiger Stoffe wird eine etwas abweichende Anordnung benutzt. Der Verfasser hat zunächst auch hier, wie andere Experimentatoren, den Versuch gemacht, die Verluste an Papierblättern im Plattenkondensator zu studieren. Jedoch wurde von dieser Anordnung gleich zu Anfang abgegangen, da sich große Fehler durch Wiedereindringen von Feuchtigkeit beim Einlegen der getrockneten oder getränkten Papiere in den Meßkondensator einstellten, so daß sich die Genauigkeit dieser Anordnung dadurch ins Gegenteil umkehrte.

Im Laufe der Voruntersuchungen wurde festgestellt, daß richtige Ergebnisse nur erzielt werden können, wenn allergrößter Wert auf sorgfältigsten Feuchtigkeitsausschluß gelegt wird. Als besonders wichtig erschien es, daß vor dem Einbringen des im Vakuum getrockneten Papiers in die Tränkflüssigkeit keine Luft mehr hinzutritt. Am bequemsten lassen sich diese Forderungen bei Verwendung der aus dem Kondensatorbau bekannten normalen Flachwickel erfüllen. Eine genaue Beschreibung dieser Wickel dürfte sich deshalb erübrigen. Erwähnt sei nur, daß stets 3fach geschichtetes Dielektrikum verwendet wurde. Derartige Wickel lagen unter genau bestimmtem Druck zwischen Preßplatten auch während der Messung unter dem Imprägniermittel. In ein und derselben Presse lagen gleichzeitig alle Wickel, die in der jeweiligen Versuchsreihe verglichen werden sollten.

Getrocknet wurden die gepreßten Wickel in einem elektrischen Ofen (Lufttrocknung) und unter Vakuum im Imprägnierkessel (Vakuumtrocknung). Die Kessel waren durch eine elektrisch geheizte Rohrleitung verbunden, durch die ein Herüberziehen des in dem einen Kessel vorbereiteten Imprägniermittels in den anderen möglich wurde, ohne daß das Vakuum in dem Kessel mit den getrockneten Wickeln verschlechtert zu werden brauchte.

Meßeinrichtungen.

Als Verlustmeßeinrichtung diente die Scheringbrücke. Die Messungen erfolgten bei einer Spannung von 250 V Amplitude und 50 Hz. Absichtlich wurde keine höhere Spannung gewählt, um nicht in das Ionisationsgebiet zu kommen und dadurch die eigentlichen Verlustkennlinien der Papiere zu verschleiern. Die Temperatur wurde während der Untersuchung durch ein Thermoelement gemessen, das sich in der Mitte eines Wickels befand, der ebenfalls in der Preßform lag und selbstverständlich für die elektrische Messung ausfiel.

Das elektrische Verhalten unimprägnierter Papiere.

Vorversuche.

Ausgehend von der Erwägung, daß ein bedeutender Teil des zu behandelnden Kondensatordielektrikums aus Papier besteht, zu einem geringeren Teil aus Imprägniermasse, und deshalb wohl auch die elektrischen Papiereigenschaften von Einfluß sein müssen, wurden zunächst die Verluste in Abhängigkeit von der Temperatur an den 3 Sorten ungetränkten Papiers studiert. Jede Papierfaser enthält von Natur während des Herstellungsganges oder während der Lagerung aus der Luft aufgenommene Feuchtigkeit. Im vorliegenden Falle wurden die gepreßten Wickel mit Rücksicht auf das feste Aufeinanderliegen der Lagen 6 Tage bei 110 ° C im elektrischen Ofen belassen. Dieser Behandlung schloß sich eine etwa 24stündige Trocknung unter 2 mm Vakuum bei ebenfalls 110 ° C an, da bei Atmosphärendruck die in den Faserkapillaren festgehaltenen Wasserspuren nicht entfernt werden können.

Die vielen unbefriedigenden Ergebnisse mögen übergangen werden, obwohl sie zur Bildung der letzten Erkenntnisse unbedingt notwendig waren. Erwähnt sei nur das vorletzte Stadium der Versuche, da es Schlüsse bezüglich des Feuchtigkeitseinflusses auf das Papier in weitgehendem Maße zuläßt. Die Wickel der 3 Papiersorten, Hadern, Natron und Sulfit, blieben nach Beendigung der Luft- und Vakuumtrocknung im Vakuum. Da die Heizung der Kessel nachts nicht durchführbar war, erkalteten die Wickel bis zum nächsten Morgen bis auf 35 ° C. Bei dieser Temperatur begann die Verlustmessung. Die Messung konnte ebenfalls unter Vakuum vorgenommen werden, da bei niedrigeren Drucken die Minimumspannung nach Paschen[2]) noch oberhalb 320 V liegt. Versuchsmessungen bei verschiedenen Drucken bis herauf zu 760 mm Hg ergaben auch keinerlei Verlustunterschiede, also keinerlei Ionisationserscheinungen.

Die an 3 Papiersorten erhaltenen Verlust-Temperatur-Abhängigkeitswerte sind in Abb. 1 zusammengestellt. Mit steigender Temperatur zeigt sich ein mehr oder weniger geradliniges Wachsen der Verluste, die über 60 ° C jedoch wieder abfallen (gestrichelter Kurvenzug), um dann von

*) Mitteilung aus dem Forschungslaboratorium der EAG Hydrawerk, Berlin.

[1]) Auszug aus der von der T. H. Braunschweig genehmigten Dissertation: Über den Einfluß des Papieranteils mehrfach geschichteter Papierkondensatoren auf deren dielektrisches Verhalten.

[2]) O. Schumann, Elektrische Durchbruchsfeldstärke von Gasen, S. 51. Verlag J. Springer, 1923.

Digitized by Google

neuem anzusteigen; da eine natürliche Erklärung des Kurvenmaximums nicht gefunden werden konnte, war die Annahme naheliegend, daß ein Fehler der Versuchsanordnung vorlag. Trotz mehrmaliger Wiederholung und Nachprüfung der Versuche änderte sich an dem Kurvenbild nichts grundsätzlich. Schließlich wurde untersucht, ob sich dieser merkwürdige Verlauf auch bei fallender Temperatur einstellt. Dies ist nun nicht der Fall. Wie die ausgezogenen Kurven in Abb. 1 zeigen, nehmen die Verluste in stetigem Verlauf bis zu einem Minimum bei etwa 55 ° C ab, um dann wieder anzusteigen. Auffallend dabei ist, daß sich der Verlauf der Kurven oberhalb 78 ° C vollständig deckt.

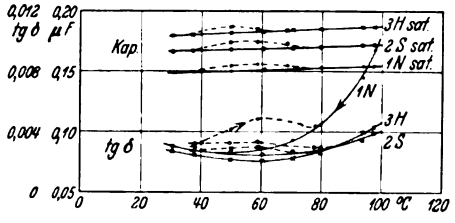


Abb. 1. tg δ und Kapazität von Kondensatoren mit ungetränkten, unter Vakuum getrockneten Papieren bei steigender (— — —) und bei fallender (———) Temperatur

Die Erklärung für diese Erscheinung ist folgende: Das Papier ist zwar nach der Trocknung bei hoher Kesseltemperatur wasserfrei, doch saugt die Faser auch unter Vakuum bei fallender Temperatur wieder begierig Feuchtigkeit auf, die erst nach Überschreiten einer bestimmten Temperatur von der Faserkapillare freigegeben wird. Auf einen derartigen Vorgang deutet auch der Verlauf der Kapazitätswerte hin. Solange noch Feuchtigkeit im Papier enthalten ist, durchläuft die Kapazitätskurve ein Maximum (s. unterbrochenen Kurvenzug Abb. 1), das anderseits bei völliger Trockenheit durch stetigen geradlinigen Anstieg glatt herausgeschnitten wird. Daß die größte Kapazitätserhebung über diese Gerade nur etwa 2 % beträgt, beweist, daß bei einer Dielektrizitätskonstante von 84 für Wasser solches nur in ganz geringer Menge vorhanden sein kann.

Die gewonnenen Erfahrungen zeigen, wie außerordentlich labil getrocknetes Papier gegenüber der Luftfeuchtigkeit ist. Es müssen deshalb berechtigte Zweifel an der Eindeutigkeit solcher Versuchsergebnisse auftreten, die gewonnen wurden durch Einbringen getrockneter Papiere in den Plattenkondensator unter Zutritt der atmosphärischen Luft. Ebenfalls erscheint mit Rücksicht auf die in den Faserkapillaren okkludierten Feuchtigkeitsreste eine Vorbehandlung ohne Vakuum unzureichend.

Die Papiere in Abb. 1 zeigen bereits starke Unterschiede in der Temperaturabhängigkeit der Verluste. Das Natronpapier *1 N* erweist sich als viel temperaturempfindlicher als z. B. das Sulfitpapier *2 S*. Jedoch sind dies durchaus keine Charakteristiken der Papiergattungen. So zeigt z. B. Abb. 3 (stark ausgezogener Linienzug) eine andere Natronpapiersorte *18 N* mit weitaus geringerer Empfindlichkeit. Interessant hierbei ist, daß diese Papiere verschiedener Herkunft sind und jedes für sich allerdings als Charakteristikum gewissermaßen für das Fabrikat betrachtet werden kann. Es wurden von jedem Fabrikat etwa 6 Sorten untersucht, die ausnahmslos das gleiche Verhalten zeigten, d. h. in einem Falle sehr starke, im anderen geringe Temperaturabhängigkeit. Wie später gezeigt werden wird, erstrecken sich diese typischen Unterschiede nicht nur auf Natron-, sondern auch auf Sulfitpapier. Da Sulfit- und Natronpapier Holzschliff als gemeinsamen Ausgangstoff haben, liegt die Vermutung nahe, daß der Unterschied bereits in diesem begründet liegt. Anderseits kann er auch erst durch irgendeinen Herstellungsvorgang hineingetragen sein. Es wird zur Klärung dieser Frage die engste Mitarbeit der Papierhersteller notwendig sein. In Abb. 2 bis 4 (stark ausgezogen) sind die Meßergebnisse an weiteren Mustern ungetränkter Hadern-, Natron- und Sulfitpapiere niedergelegt. Jede Gattung ist außerdem in satinierter und maschinenglatter Ausführung vertreten. Nach Angabe des Papierlieferers sind für die Zellulosepapiere einerseits und die Hadernpapiere anderseits jeweils die gleichen Ausgangstoffe verwendet worden. Innerhalb der 3 Gruppen unterscheiden sich die Papiere lediglich durch die Oberflächenbeschaffenheit. Die Verlustkurven sind wieder bei fallender Temperatur aufgenommen, und zwar befanden sich alle 6 Muster gleichzeitig zur Untersuchung in einer Preßform. Der untere Teil der Kurvenzüge ist unterbrochen gezeichnet, um hervorzuheben, daß er wegen vorhandener Feuchtigkeitsspuren nicht mehr als Papierkennlinie zu betrachten ist.

Das elektrische Verhalten imprägnierter Papiere.

Öltränkung. Tränköl: Transformatorenöl der Rhenania-Ossag.

Die in den Abb. 2 bis 4 untersuchten ungetränkten Papiere werden nunmehr mit dem oben angegebenen Öl imprägniert, d. h. nach Beendigung der Trockenperiode wird das gefilterte und vorevakuierte Öl in den Kessel gezogen, in dem sich die Wickel befinden. Jeglicher Luftzutritt wurde dabei vermieden.

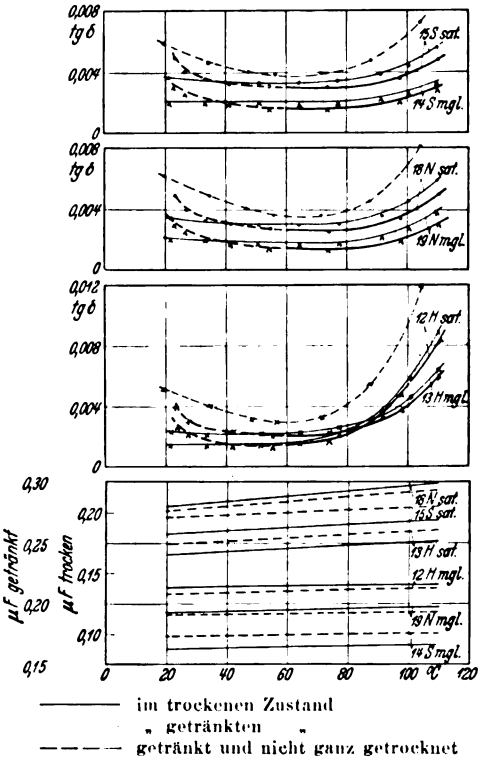


Abb. 2 bis 5. tg δ und Kapazität von Kondensatoren mit Hadern-, Natron- und Sulfitpapier mit Ölimprägnierung als Funktion der Temperatur.

In Abb. 2 bis 4 (dünn ausgezogen) ist die große Ähnlichkeit zwischen den Kurvenzügen der trockenen und imprägnierten Papiere auffallend. Man erkennt, daß die Imprägnierung nur eine fast genaue Parallelverschiebung der Verluste nach oben bewirkt. Der Charakter des Verlusttemperaturverlaufes des trockenen Papieres bleibt also vollständig auch nach der Tränkung mit Öl erhalten. Hingewiesen sei noch auf den Kapazitätsverlauf. Der geradlinige Anstieg sowie die stärkere Änderung des satinierten Materials mit der Temperatur bei ungetränktem Papier bleiben nach der Ölimprägnierung vollständig erhalten. In Abb. 5 ist der Kapazitätsverlauf beim ungetränkten Papier gestrichelt miteingezeichnet, und zwar wurde zur besseren Vergleichsmöglichkeit der Ordinatenursprung für das trockene Papier höher gelegt. Dadurch kommen die zu vergleichenden Linien dicht nebeneinander. Auch hier erkennt man, daß durch die Öltränkung nur eine Parallelverschiebung stattgefunden hat. Bei niedrigeren Temperaturen wird in vielen Fällen auch bei getränkten Papieren ein leichter Wiederanstieg der Verluste festgestellt. Er kann einmal durch größer werdende Molekularreibung infolge zunehmender Viskosität des Öles mit fallender Temperatur erklärt werden. Bekannt ist, daß Öl bei etwa — 20 ° bei 50 Hz ein Verlustmaximum durchläuft. Ferner könnte dieser Anstieg durch die Papiercharakteristik bedingt sein und schließlich auch durch restliche Feuchtigkeit oder alle 3 Faktoren zusammen. Hält man sich aber vor Augen, wie wenig das Öl seinen Einfluß geltend zu machen vermag, so bleibt nur noch der Einfluß des Papiers und der Feuchtigkeit übrig. Dafür spricht auch die Tatsache, daß nicht alle Papiere, insbesondere auch nicht die maschinenglatten mit verhältnismäßig viel Ölgehalt den Anstieg aufweisen.

Digitized by Google

Wie sich nun Feuchtigkeitsspuren bei imprägniertem Papier auswirken, kann leicht gezeigt werden. Es sei hierzu an die bei der Verlustmessung an unimprägnierten Papieren gemachten Erfahrungen erinnert. Mit sinkender Temperatur nimmt das unter Vakuum befindliche, getrocknete Material nach Durchschreiten des Minimums wieder Feuchtigkeit auf, so daß der unter 60 ° C nicht reversible Verlustanstieg erhalten wurde. Wenn man jetzt Papiere in diesem Zustand bei z. B. 20 ° C tränkt, so müssen notgedrungen Feuchtigkeitseinschlüsse zurückbleiben, die den Verlustcharakter beeinflussen werden. In welcher Weise dies geschieht, zeigen die unterbrochenen Linienzüge Abb. 2 bis 4. Bei 50 bis 60 ° C liegt ein ausgesprochenes Minimum vor. Der Versuch zeigt also, daß tatsächlich Feuchtigkeitsreste für das Auftreten eines Minimums verantwortlich zu machen sind.

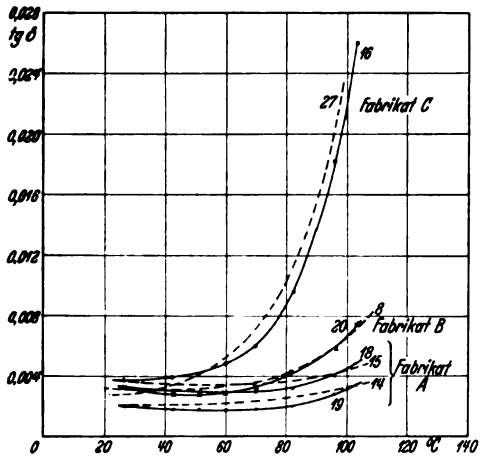


Abb. 6. Kennzeichnender Verlustwinkelverlauf mit der Temperatur von Sulfit- (———) und Natronpapier (———) verschiedener Herkunft.

Wie aus den angeführten Beispielen hervorgeht, bleibt auch nach der Ölimprägnierung noch der reine Papiercharakter erhalten, sofern allerdings das Öl wasser- und säurefrei ist. Beide Bedingungen ließen sich mit den vorhandenen Mitteln, Vielfachfilter, Vakuum und genügenden Mengen frischen Öls, leicht erfüllen. Eine große Reihe Natron- und Sulfit-Papiermuster konnte untersucht werden. Hadernpapiere standen leider in gleicher Auswahl nicht zur Verfügung. Im wesentlichen handelt es sich um Zellulosepapiere, deren Herkunft durch die Buchstaben A, B und C unterschieden werden soll. Aus der Fülle dieser Untersuchungen geben die Kurven Abb. 6 den Extrakt, und zwar zeigt sich:

1. daß jedes Papier eine für seine Herkunft kennzeichnende Temperatur-Verlust-Kurve hat,
2. daß dieses Kennzeichen vom Aufschlußverfahren unabhängig, d. h. für Natron- und Sulfitpapier gleich ist.

Die beiden Kurvengruppen der Natron- und Sulfitpapiere haben eine außerordentliche Ähnlichkeit. Zu den sehr wenig temperaturabhängigen Papieren des Fabrikates A stehen die des Fabrikates C im Gegensatz. Die Papiere A haben wenig oder gar keinen temperaturabhängigen Teil in dem unteren Bereich. Dazwischen liegen die Papiere B.

Nach diesen Ergebnissen ist es naheliegend, wenn man die chemisch verschiedenen Aufschlußverfahren bei der Papierherstellung berücksichtigt, anzunehmen, daß die Unterschiede bereits in dem gemeinsamen Ausgangsstoff, dem Holzstoff, verankert liegen. Doch kann diese Vermutung nicht bewiesen werden, da es hierzu, wie gesagt, enger Zusammenarbeit mit den Papierfabrikanten bedarf. Auf alle Fälle harrt hier noch ein Gebiet der Aufklärung, das für den richtigen Aufbau eines Kondensatordielektrikums von äußerster Wichtigkeit ist.

Paraffintränkung.

Genau dieselben Verhältnisse wie bei der Öltränkung ergeben sich bei Imprägnierung mit Paraffin. Es findet auch hier nur eine Parallelverschiebung gegenüber den ungetränkten Papieren statt, d. h. auch in diesem Falle bleibt der Verlustcharakter des Papiers bestimmend für den des getränkten Dielektrikums.

Tränkung mit Öl-Harz-Gemischen.

In den voraufgegangenen Abschnitten war gezeigt worden, daß bei einer Tränkung mit säurefreiem Öl oder Paraffin lediglich die Verlusthöhe geändert wird, der Verlust-Temperatur-Verlauf der unimprägnierten Papiere hingegen erhalten bleibt. Er kann sehr verschieden sein, hängt aber lediglich davon ab, ob es sich um ein Fabrikat A, B oder C handelt. Als Tränkmittel wird nunmehr ein in der Kabeltechnik viel verarbeiteter Zusatzstoff, ein Öl-Harz-Gemisch, benutzt. Es besteht aus 3 Teilen des bereits bekannten Transformatorenöls der Rhenania-Ossag und 1 Teil Kolophonium. Das Harz hat ein dunkelbis hellgelbes Aussehen, die Säurezahl 164 und einen Tropfpunkt von 88 ° C nach Ubbelohde. Die Säurezahl des im kalten Zustande zähen Gemisches beträgt 38,0 bis 41,9. Die Ergebnisse sind in den Abb. 7 bis 9 zusammengestellt. Untersucht werden wieder die Muster *12, 13, 14, 15, 18, 19* der drei Papiergruppen in satinierter und maschinenglatter Ausführung. Zum bequemeren Vergleich sind die gestrichelten Kurven der zugehörigen unimprägnierten Papiere eingezeichnet.

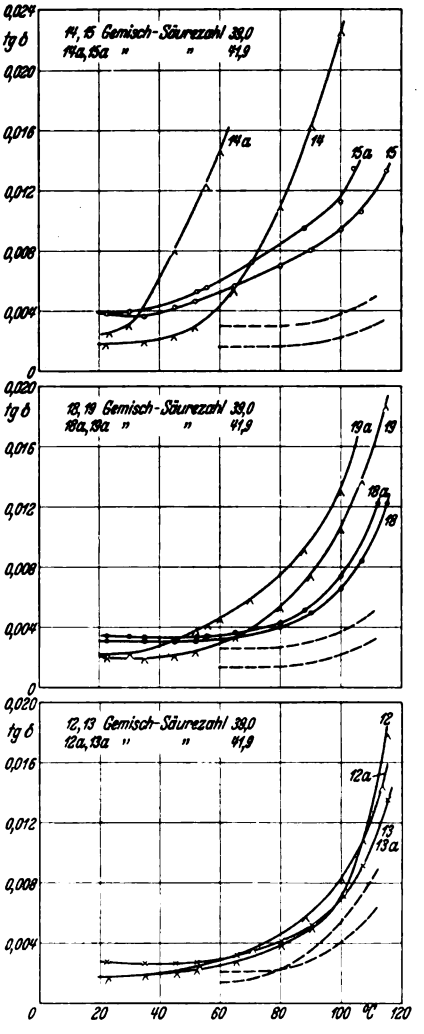


Abb. 7.

Abb. 8.

Abb. 9.

Abb. 7 bis 9. Verlustwinkelverlauf mit der Temperatur für Sulfitpapier (7), Natron- (8) und Hadernpapier (9) bei Öl-Harz-Gemischtränkung.

Bereits bei oberflächlicher Betrachtung fällt eine völlige Veränderung des bisher gewohnten Bildes auf. Während die Hadernpapiere noch verhältnismäßig fest an ihre „Trockenkurven" gebunden sind, findet bei den beiden Gruppen der Zellulosepapiere eine, insbesondere bei den maschinenglatten Mustern, weitgehende Loslösung von diesen statt. Die gerade bei ihnen ursprünglich stabile Verlustkennlinie ist völlig verändert. Auch hier wurde eine große Reihe verschiedener Muster der einzelnen Gruppen untersucht, für die die angeführten Beispiele kennzeichnend sind.

Worauf ist nun diese völlige Veränderung zurückzuführen? Naheliegend ist die Annahme, daß durch die Beimischung von Harz die Zahl der freien Ionen und somit die Leitfähigkeit so stark vergrößert worden ist,

Digitized by Google

daß die Verluste nunmehr in der Hauptsache durch Ableitung bestritten werden. Um dies zu untersuchen, wurden an den maschinenglatten Mustern Nr. *14* und *19* die Isolationswiderstände bei 110 V Gleichspannung mit einem Spiegelgalvanometer gemessen. Aus $\operatorname{tg}\delta = 1/\omega C R$ ergibt sich der Verlustwinkel, der dem reinen Leitungsverlust entspricht. Man erhält bei 115 ° C einen maximalen Wert von $\operatorname{tg}\delta = 0{,}0021$, der bei keiner der Gruppen überschritten wird. Dieser Wert besagt eindeutig, daß es sich bei den Zellulosegruppen hier keinesfalls um einen reinen Ableitungseinfluß handeln kann.

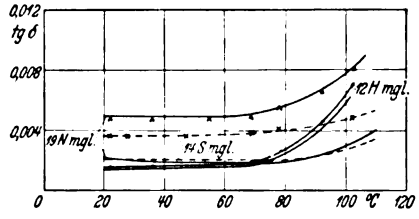
Zu entkräften ist noch ein ebenfalls naheliegender Einwurf, der für den Unterschied im Verlustverhalten der Hadern- und Zellulosegruppe verantwortlich gemacht werden könnte. Aus einer Reihe Arbeiten, von denen die von Kirch u. Riebel[3]) und Bormann u. Gemant[4]) angeführt seien, ist die ziemlich starke Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit von reinen Öl-Harz-Gemischen bekannt. Es könnte nun die Vermutung entstehen, daß das Dielektrikum der maschinenglatten Zellulosepapiere so viel Tränkstoff mehr aufnimmt als das des maschinenglatten Hadernpapieres und deshalb den Charakter der Öl-Harz-Mischung stärker hervortreten läßt. Dagegen spricht ebenfalls der größenordnungsmäßig gleiche Isolationswiderstand der drei Gruppen. Bei reinem Öl-Harz-Gemisch werden in den genannten Arbeiten bei höheren Temperaturen bedeutend höhere Widerstandsverlustwinkel festgestellt. Bei stärkerer Temperatur-Verlust-Abhängigkeit der Zellulosepapiere infolge reichlicherer Tränkemittelaufnahme hätten sich dann aber auch wieder erhebliche Isolationsunterschiede ergeben müssen, was aber nicht der Fall war.

Als maßgebender Verlustmechanismus bleibt also nur noch der der Nachwirkung im Sinne der Wagnerschen Theorie übrig. Einer einfachen Erklärung steht aber auch hier wieder das unterschiedliche Verhalten der Papiergruppen entgegen. Würde dies nicht vorhanden sein, so wäre der allgemeine Schluß zulässig, daß Papier-Öl-Harz-Gemisch eine besonders starke Inhomogenität darstelle. Da aber weder hinsichtlich der Dielektrizitätskonstanten noch der Leitfähigkeiten der Papierfasern unter den drei Gruppen ausschlaggebende Unterschiede bestehen, muß ein neues Moment hinzukommen, das die elektrische Inhomogenität vorzüglich der Natron- und Sulfitpapiere im ungünstigsten Sinne beeinflußt.

Es muß an dieser Stelle die Feststellung des Vorhandenseins einer ungleichmäßigen Beeinflussung der Hadern- und Zellulosepapiere bei Verwendung säurehaltiger Imprägnierstoffe genügen. Den oder die Einflußfaktoren zu bestimmen, dürfte den Rahmen dieser Arbeit übersteigen und eine gesonderte Forschungstätigkeit erfordern, die in enger Zusammenarbeit mit der Chemie und der Papierherstellung stehen muß. Angeführt seien jedoch einige Gesichtspunkte, die sich der Verfasser im Laufe der Untersuchungen gebildet hat. Wenn man annimmt, daß schlechtweg Säure die Nachwirkungsverluste zu steigern vermag, so muß ganz allgemein der im Zellulosepapier vom Aufschließungsvorgang herrührende Chemikalienrest in Wechselbeziehung zu der Säure im Imprägniermittel treten, um so stärker, je mehr die Temperatur steigt. Zur Beleuchtung dieser Frage wurde das früher benutzte Transformatorenöl durch Zusatz von Stearinsäure auf eine Säurezahl 1 gebracht und mit ihm imprägniert. Die Kurven Abb. 10 zeigen wieder eindeutig eine bevorzugte Beeinflussung der Zellulosepapiere. Anderseits hat im Gegensatz zu der Öl-Harz-Mischtränkung nur eine Parallelverschiebung der Verluste zu den trockenen Papieren stattgefunden. Aus diesem Versuch ergibt sich, daß auch die Art der Säure einen grundlegenden Einfluß auf die Verluste hat, und daß die chemisch bestimmte „Säurezahl" elektrisch völlig bedeutungslos ist; denn demgegenüber hat sich z. B. ein Öl-Kolophonium-Gemisch mit der gleichen Säurezahl 1 praktisch ohne Einfluß auf die Verluste herausgestellt.

Kirch u. Riebel[3]) weisen wiederholt in ihrer Arbeit darauf hin, daß die im Kolophonium enthaltene Oxysäure einen erheblichen Verlusteinfluß hat. Wahrscheinlich ist darauf der noch viel stärkere Verlustanstieg der Kurven *14 a* und *19 a* gegenüber *14* und *19* in Abb. 7 und 8 zurückzuführen und nicht auf den prozentual geringen Unterschied der summarischen Säurezahlen 38,0 und 41,9, die ja hauptsächlich die Harz-Säurezahlen darstellen. Die *a*-Kurven sind mit einer anderen Kolophoniumsorte gewonnen, deren feststellbare chemische Daten jedoch mit den oben angegebenen übereinstimmten.

Die satinierten Zellulosepapiere weisen keine so starke Beeinflussung durch die Öl-Harz-Gemischtränkung auf wie die maschinenglatten, obwohl sie bezüglich Herkunft nach Angabe der Papierfabrik identisch sind. Besonders trifft dies bei dem Natronpapier Muster *18* zu. Dies kann natürlich einfach darauf zurückgeführt werden, daß keine so innige Vermischung der Fasern mit dem Tränkstoff stattfindet. Anderseits läßt diese Erscheinung auch noch eine weitere Erklärung zu. Bültemann[5]) (Seite 63) weist darauf hin, daß bei Tränkung von Papieren mit einem gelösten Mittel die Möglichkeit besteht, daß gar nicht der gesamte Stoff in die Faserkanäle eindringt, sondern nur das Lösungsmittel. Um so mehr wird dies der Fall sein, je komplexer die Moleküle des gelösten Stoffes sind. Sowohl Kirch u. Riebel wie Bormann und Gemant geben nun für Harzmoleküle einen Radius von „mindestens" 10^{-7} cm an, also einen Wert, der durchaus die Vermutung einer derartigen Ultrafiltration zuläßt. Man kann sich demnach einmal die satinierten Papiere wegen ihrer dicht aneinandergepreßten Fasern allgemein als semipermeable Filter vorstellen, die sich wenigstens zum Teil nur mit dem Lösungsmittel, im vorliegenden Falle mit der Ölkomponente des Öl-Harz-Gemisches, tränken.



ohne Meßpunkte: reines Öl, neutral
mit Meßpunkten: Öl mit Stearinsäure, Säurezahl 1

Abb. 10. Einfluß eines mit Stearinsäure angesäuerten Öles auf den Verlustwinkelverlauf mit der Temperatur bei maschinenglattem Hadern-, Natron- und Sulfitpapier.

Anderseits kann auch die unterschiedliche Beeinflussung der Hadern- und Zellulosegruppe hiermit zwanglos erklärt werden. Bekanntlich ist die Hadernfaser ein im großen und ganzen chemisch unverändertes Naturprodukt. Sie besitzt noch ihre unveränderte Faserkapillare, deren Querschnitt zur Aufnahme der Harzmoleküle zu eng ist. Die Zellulosefaser hingegen ist durch das Aufschlußverfahren weitgehend zerstört und nicht mehr so filtrationsfähig. Mit ihr ist also eine innigere Berührung auch mit dem Harz und sonstigen gelösten Molekülen möglich. Im ersteren Falle, also bei den Hadernpapieren, wird sich mehr die früher gezeigte Verlust-Temperatur-Abhängigkeit der Ölimprägnierung einstellen, im anderen Falle, d. h. bei den Zellulosepapieren, ein abweichender Verlustverlauf, dessen Ursache nunmehr durch die Wagnersche Theorie für Mischungen ohne weiteres erklärt werden kann, ohne daß dem jetzt noch die früheren Widersprüche im Weg stehen.

Dieser Erklärungsversuch, der eine chemische Wechselwirkung ausschließt, hat insofern etwas Wahrscheinliches für sich, als bei den Durchschlagversuchen in einer späteren Arbeit gezeigt werden wird, daß die Grundeigenschaften des Papiers nicht verändert zu sein scheinen, wenn auch die Verlustkurven der unimprägnierten und der mit Öl-Harz-Gemisch getränkten Papiere noch so stark auseinandergehen. Hingegen müßte man bei einer chemischen Beeinflussung eine grundlegende Veränderung des Fasercharakters erwarten.

In einer späteren Arbeit wird noch der Zusammenhang zwischen den gefundenen Temperatur-Verlust-Kennlinien und dem Verlauf der Durchschlagfestigkeit mit der Temperatur einer eingehenden Untersuchung gewürdigt.

[3]) E. Kirch u. W. Riebel, Untersuchungen über das dielektrische Verhalten von Öl-Harz-Gemischen unter besonderer Berücksichtigung des Bereiches relativ geringer Temperatur. Arch. Elektrotechn. Bd. 24, S. 553 (1930).

[4]) Bormann u. Gemant, Zur Natur der dielektrischen Verluste an Ölen. Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 10, S. 119.

[5]) Bültemann, Dielektrisches Material. Verlag J. Springer, 1928.

Digitized by Google

Die Elektrizitätsversorgung Hollands.

Von Dr. W. Lulofs, Amsterdam.

(*Schluß von S. 322.*)

Eine weitere Möglichkeit zur Hebung der Eltwirtschaft ist die Entwicklung guter Tarife. Im allgemeinen darf gesagt werden, daß die in Holland üblichen Tarife sich durch eine gute Differentialisierung kennzeichnen, so daß eine vielseitige Verwendung des elektrischen Stromes hierdurch gefördert wird. Namentlich der Haushalttarif ist ziemlich allgemein als Grundgebührentarif eingeführt, wobei die monatliche feste Gebühr auf dem normalen Lichtverbrauch in der Wohnung sich aufbaut, während für die Arbeitsgebühr ein niedriger kWh-Preis in Rechnung gestellt wird.

Zahlentafel 5. kWh-Preise der Haushalttarife in Holland im Jahre 1932. Übersicht über 130 Gemeinden.

kWh-Preis Pf	Zahl der Gemeinden	Zahl der Gemeinden %	Zahl der Einwohner	Zahl der Einwohner %	Mittlere Einwohnerzahl je Gemeinde
5	1	0,8	34 000	0,7	34 000
5,8*)	2	1,5	449 000	9,0	224 500
6,7**)	6	4,6	978 000	20,0	163 000
7,5	1	0,8	77 000	1,5	77 000
8,3	28	21,8	1 700 000	34,1	65 380
10,0	14	10,9	295 000	6,0	21 000
11,7***)	28	21,8	477 000	9,7	17 650
13,3	8	6,0	159 000	3,2	19 870
15,0	1	0,8	14 000	0,3	14 000
16,7	8	6,0	123 000	2,5	15 370
über 16,7 oder keine Festgebühr	33	25,0	628 000	13,0	19 000
	130	100,0	4 934 000	100,0	

*) Hierzu gehört auch Haag, wo für das Heißwasserabonnement ein Tarif von 3,3 Pf/kWh zugrunde gelegt worden ist.

**) Hierzu ist auch Amsterdam gerechnet, wiewohl die Grundgebühr während einer bedeutenden Anzahl Stunden nur 3,3 Pf beträgt (Nachtstunden und 12 bis 14 h, Samstagmittag und -abend, Sonntag). Der Durchschnittspreis ist 5,3 Pf.

***) Hierzu gehören viele Orte in Gelderland, wo, wenn die Abnahme eine bestimmte Anzahl kWh übersteigt, der Preis bis zu 6,7 Pf zurückgeht (Kochtarif).

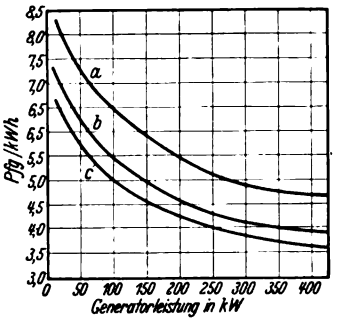
Zahlentafel 5 gibt eine Übersicht der bestehenden Haushalttarife Anfang 1932, während später nicht unbedeutende Erniedrigungen eingeführt wurden. So wurde am 1. August 1932 für Amsterdam der 3,3-Pf-Preis bis auf 2½ Pf erniedrigt, während später der Preis von 6,6 Pf für die 6 Sommermonate auf 4,1 Pf herabgesetzt wurde bei einer Garantie von 300 kWh zu 4,1 Pf jährlich.

Zahlentafel 6. Zahl der Betriebsstunden der gesamten maximalen Belastung der holländischen Elektrizitätswerke.

Jahr	Maximale Belastung ohne Eigenverbrauch in kW × 10^3	Von den Werken an die Netze gelieferte kWh × 10^6	Benutzungsstunden der Höchstlast h
1919	167	397	2 380
1920	193	505	2 620
1921	215	550	2 560
1922	238	629	2 640
1923	—	—	—
1924	300	836	2 790
1925	329	945	2 870
1926	360	1 066	2 960
1927	412	1 238	3 010
1928	460	1 403	3 050
1929	508	1 603	3 160
1930	544	1 817	3 340
1931	552	1 980	3 590
1932	582	2 037	3 500

Welchen Einfluß die vielseitige Anwendung der Elektrizität auf die wirtschaftlichen Ergebnisse der Stromerzeugung hat, zeigt die Zahlentafel 6, die eine regelmäßige Zunahme der Anzahl der Benutzungstunden der Höchstlast aufweist.

Die Grenze des wirtschaftlich Möglichen ist hiermit jedoch noch nicht erreicht. Abb. 3 bringt die Erzeugungskosten einiger Dieselkrafteigenanlagen, wie sie Lieferer solcher Anlagen angegeben haben, bei einem Rohölpreis von rd. 5 RM[4]) je 100 kg. Wenn das Verhältnis zwischen dem Kohle- und Ölpreis sich nicht zuungunsten der Kohlen ändert — und diese Gefahr braucht nicht befürchtet zu werden, falls nicht die Kohlepreise in künstlicher Weise einseitig infolge Kontingentierungsmaßnahmen zum Schutz der heimischen Kohlenindustrie gesteigert werden —, kann der Wettbewerb mit dem Öl erfolgreich bestritten werden.



a 1200 Betriebstunden
b 1600 „
c 2500 „

Abb. 3. Erzeugungskosten einiger Dieselkrafteigenanlagen.

Auch hinsichtlich des elektrischen Bahnbetriebs ist der Wettbewerb des Dieselmotors scharf, doch keineswegs unüberwindlich, wenn nicht durch künstliches Eingreifen ein anderes Kostenverhältnis zwischen Kohle- und Ölpreisen hergestellt wird.

Das Kostenverhältnis für das Jahr 1931 zwischen Dampf- und elektrischem Antrieb auf den Bahnstrecken in Holland bringt die Zahlentafel 7. Der Strompreis für die Lieferung an die Eisenbahnen beträgt bei 90 Mill kWh im Jahr ohne die Kosten für die Kupplung und Verteilung durchschnittlich etwa 4,0 Pf je kWh bei einem Kohlepreis von 10 RM je Tonne. Zwar entschlossen sich die Eisenbahnen in letzter Zeit zu einem Versuch in großem Umfange mit dem Dieselantrieb, die Unterhaltungskosten der Dieselmotoren haben sich jedoch als größer herausgestellt als erwartet wurde. Obwohl die betreffenden Zahlen noch nicht veröffentlicht wurden, läßt sich jedoch erwarten, daß, wo die Kraftkosten einen wichtigen Faktor der Gesamtkosten bilden, bei niedrigeren Strompreisen für die weitere Ausdehnung — welche ohne abnormale Kohlepreissteigerung möglich sein wird — eine weitere Elektrisierung der Eisenbahnen durchführbar sein wird.

Zahlentafel 7. Beförderungskosten in RM je 1000 t und je km.

	Dampfantrieb RM	Elektrischer Antrieb RM
Allgemeine Kosten	0,63	0,50
Löhne des fahrenden Personals	1,23	0,28
Instandsetzung Fahrdrahtleitungen u. dgl.	—	0,12
„ Unterwerke	—	0,12
„ Material (Waggons usw.)	1,75	0,98
Brennstoff und Wasser	0,82	—
Elektrische Energie	—	1,72
	4,43	3,72

Wo also der scharfe Wettbewerb, welcher der Elektrizitätsversorgung hauptsächlich seitens Rohöls und Petroleums gemacht wird, im allgemeinen zu einer scharfen Preisstellung des elektrischen Stromes nötigen wird, kann bei wirtschaftlicher Führung der Erzeugung und Verteilung auch durch eine dem zunehmenden Wettbewerb des Rohöls und des Petroleums Rechnung tragende Preisstellung viel erreicht werden.

Die Praxis hat erwiesen, daß bei Herabsetzung der Tarife die Gewinnspanne nicht immer unbedingt ungünstig beeinflußt zu werden braucht. Amsterdam hat in dieser Beziehung lehrreiche Erfahrungen gebracht.

Die Zahlentafel 8 gibt eine Übersicht des mittleren Preisverhältnisses des in Amsterdam für verschiedene Zwecke verbrauchten und verkauften Stromes über die Jahre 1927 bis einschließlich 1934.

Aus der Zahlentafel 8 geht hervor, daß die Preise je kWh stetig sinken, obwohl der in diesen Jahren erzielte Gewinn sogar bei der anhaltenden ungünstigen Wirtschaftslage auf demselben Niveau von etwa 13 Mill RM je Jahr gehalten werden konnte. Ein schlagendes Sonder-

[4]) 1 RM = 0,6 hfl.

Digitized by Google

Zahlentafel 8. Stromverbrauch und Verkaufspreise in Amsterdam 1927 bis 1934.

Verbrauchsgruppe	1927 Verbrauch 1000 kWh	1927 Einnahme[1]) 1000 RM	1927 Durchschnittspreis Pf/kWh	1928 Verbrauch 1000 kWh	1928 Einnahme[1]) 1000 RM	1928 Durchschnittspreis Pf/kWh	1929 Verbrauch 1000 kWh	1929 Einnahme[1]) 1000 RM	1929 Durchschnittspreis Pf/kWh	1930 Verbrauch 1000 kWh	1930 Einnahme[1]) 1000 RM	1930 Durchschnittspreis Pf/kWh
1. Kraft	61 582	4 690	7,6	68 271	4 780	7,0	75 466	4 820	6,4	81 201	4 900	6,0
2. Großverbraucher (Licht, Haushaltverbrauch, Nachtstrom, aber ohne öffentliche Beleuchtung)	9 454	1 645	17,5	11 201	1 730	15,5	11 800	1 460	12,4	13 986	1 730	12,4
3. Kleinverbraucher (wie bei 2)	82 216	19 640	23,9	89 377	19 300	21,6	107 221	20 830	19,4	118 591	21 115	17,8
4. Öffentliche Beleuchtung	7 404	555	7,5	7 704	579	7,5	9 022	677	7,5	10 578	793	7,5
5. Straßenbahn	16 618	1 038	6,3	18 748	1 000	5,3	20 820	1 110	5,3	21 550	1 150	5,3
6. Gemeinde Zaandam[3])	11 090	475	4,3	15 421	622	4,0	16 707	658	3,9	16 924	652	3,9
Insgesamt	188 364	28 043	14,8	210 722	28 011	13,3	241 036	29 555	12,3	262 830	30 340	11,5

Verbrauchsgruppe	1931 Verbrauch 1000 kWh	1931 Einnahme[1]) 1000 RM	1931 Durchschnittspreis Pf/kWh	1932 Verbrauch 1000 kWh	1932 Einnahme[1]) 1000 RM	1932 Durchschnittspreis Pf/kWh	1933 Verbrauch 1000 kWh	1933 Einnahme[1]) 1000 RM	1933 Durchschnittspreis Pf/kWh	1934[2]) Verbrauch 1000 kWh	1934[2]) Einnahme[1]) 1000 RM	1934[2]) Durchschnittspreis Pf/kWh
1. Kraft	75 597	4 650	6,2	71 975	4 320	6,0	72 516	4 170	5,8	76 500	4 360	5,7
2. Großverbraucher (Licht, Haushaltverbrauch, Nachtstrom, aber ohne öffentliche Beleuchtung)	15 773	1 850	11,7	16 353	1 900	11,6	16 157	1 863	11,5	17 000	1 852	10,9
3. Kleinverbraucher (wie bei 2)	141 331	22 580	16,0	144 254	22 450	15,6	148 002	22 040	14,9	153 000	22 030	14,4
4. Öffentliche Beleuchtung	10 951	822	7,5	11 674	875	7,5	12 434	934	7,5	13 000	975	7,5
5. Straßenbahn	21 722	1 159	5,3	18 126	755	4,2	18 205	758	4,2	20 000	833	4,2
6. Gemeinde Zaandam[3])	17 778	699	3,9	15 724	615	3,9	13 647	550	4,0	16 500	595	3,6
Insgesamt	283 152	31 760	11,2	278 106	30 915	11,1	280 961	30 315	10,8	296 000	30 645	10,4

[1]) Ohne Zählermiete. [2]) Geschätzt. [3]) Die Gemeinde Zaadam bekommt den Strom von Amsterdam im ganzen und besorgt die Verteilung selbst.

beispiel gibt der Verlauf der Nachtstromheißwasserspeicherung, welche in Amsterdam eine ausgedehnte Verwendung gefunden hat. Im Jahre 1932 ging die Verwendung dieser Speicher bedeutend zurück, was dadurch verursacht wurde, daß das Publikum sowohl die Miete als auch den Strompreis zu 3,3 Pf je kWh als zu teuer empfand, worauf die Miete erniedrigt und der Nachtstromtarif von 3,3 Pf bis auf 2,5 Pf herabgesetzt wurde. Zahlentafel 9 gibt eine Übersicht der monatlichen Mietpreise vor und nach der Herabsetzung, während die Zahlentafel 10 zeigt, wie sich die Bevölkerung zu dieser Preisherabsetzung verhielt. Aus Zahlentafel 10 geht deutlich hervor, daß, falls der Preis nicht erniedrigt worden wäre, die elektrische Heißwasserversorgung ein finanzieller Mißerfolg geworden wäre; sie hat sich jedoch durch die Preisherabsetzung nach dem 1. VIII. 1932 völlig wieder erholt, wodurch eine regelmäßige Zunahme von rd. 100 Installationen je Woche erzielt werden konnte und rd. 25 000 Heißwasseranlagen in regelmäßigem Betrieb gehalten werden konnten. Ihre Zahl wird Ende 1934 bis auf reichlich 35 000 gestiegen sein[5]), während die finanziellen Ergebnisse durchaus zufriedenstellend geblieben sind.

Zahlentafel 9. Monatliche Miete der Heißwasserspeicher.

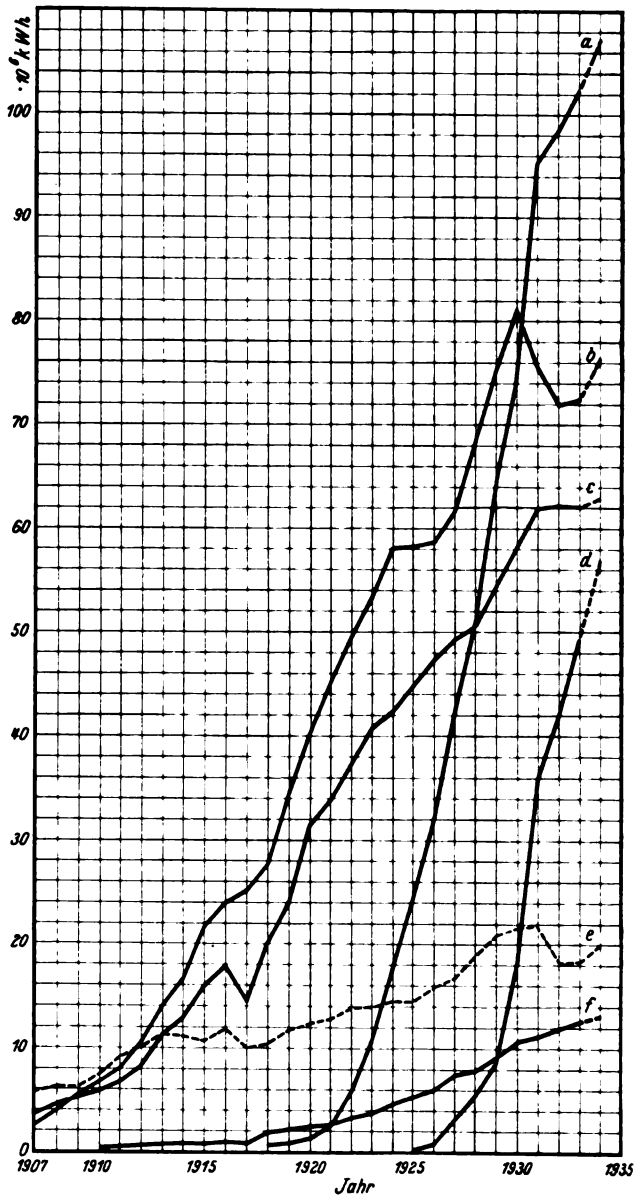
Inhalt l	Vor 1. VIII. 1932 RM	Nach 1. VIII. 1932 RM
40	3,2	2,0
80	3,8	2,5
150	5,5	3,5
250	7,2	4,7

Zahlentafel 10. Monatliche Zunahme der vermieteten Heißwasserspeicher.

Monat	1931	1932	1933	1934
Januar	860	95	440	395
Februar	830	— 25	400	295
März	995	— 25	480	425
April	1060	— 40	460	420
Mai	670	— 270	485	455
Juni	995	— 470	435	605
Juli	405	— 725	395	365
August	520	90	245	325
September	460	375	505	440
Oktober	385	555	395	465
November	280	515	405	
Dezember	250	470	480	

Abb. 4 gibt für Amsterdam eine Übersicht des Verlaufs der Stromlieferung für verschiedene Zwecke, und zwar u. a. für Beleuchtung, für die Industrie und den Haushaltverbrauch, insoweit letzterer den sogenannten „normalen Lichtverbrauch" überschreitet. Zu der letztgenannten Gruppe gehört also auch der Stromverbrauch für Heizzwecke, einschl. die elektrische Raumheizung, welche in Amsterdam stark entwickelt ist. In Abb. 4 fällt an erster Stelle der starke Niedergang des Kraftverbrauchs nach 1930 auf, welcher 1933 zum Stehen gekom-

[5]) Es waren Ende 1934 tatsächlich rd. 30 000 Miet- und rd. 5 000 Eigenanlagen im Betrieb.



a Haushaltverbrauch einschl. Verbrauch zu 3,3 und 2½ Pf, ausschl. der „normale Lichtverbrauch"
b Kraft
c Licht insgesamt, ohne die öffentliche Beleuchtung
d Haushaltverbrauch zu 3,3 u. 2½ Pf
e elektrische Bahn
f öffentliche Beleuchtung

Abb. 4. Stromverbrauch in der Gemeinde Amsterdam ab 1907.

Digitized by Google

men ist, während er im Jahre 1934 wieder nicht unbeträchtlich zunimmt. Der Gesamtverbrauch in Amsterdam ist nur von 1931 auf 1932 etwas zurückgegangen, im übrigen von Jahr zu Jahr gestiegen, und zwar hauptsächlich, weil die Zunahme des Haushaltstroms die Abnahme für Kraftzwecke übertraf. Dennoch zeigen verschiedene Kurven und besonders die für Licht und Haushaltverbrauch im Jahre 1931 einen deutlichen Knick, welcher, nebst den Einschränkungsbestrebungen in der Haushaltung, auch auf eine entsprechende Zunahme des Petroleumverbrauches für diese Zwecke zurückzuführen ist. Dies veranlaßte den Verfasser, bei rd. 1000 willkürlich gewählten Abnehmern eine Untersuchung einzuleiten nach dem Verhältnis, in welchem Elektrizität, Gas, Kohlen und Petroleum im Haushalt benutzt werden, sowohl zum Kochen wie für Raumheizung.

Gas wurde außerdem an 562 Stellen Petroleum verwendet, während an 66 Stellen ausschließlich Petroleum zu Kochzwecken benutzt wurde. Für die Raumheizung wurden an 729 Stellen ausschließlich Kohlen verwendet; Kohlen und Elektrizität für Raumheizung wurden an 111 angetroffen, Kohlen und Petroleum an 81 Stellen, ausschließlich Petroleum an 18 Stellen. Aus Zahlentafel 11 läßt sich im allgemeinen schließen, daß der Petroleumverbrauch im Haushalt schon eine bedeutende Rolle spielt, während aus den knappen zur Verfügung stehenden statistischen Zahlen, wenn dieselben auch kein klares Bild geben, wohl mit Sicherheit der Schluß gezogen werden kann, daß der Petroleumverbrauch fortwährend zunimmt.

Die Bestrebung bei der weiteren Entwicklung der Elektrizitätsversorgung Hollands wird daher in zukünftigen Jahren darauf gerichtet sein müssen, daß diejenigen

Zahlentafel 11. Die verschiedenen Energieformen in den Haushaltungen. Gelegentlich des Besuches bei etwa 1000 Abnehmern.

	Elektrizität	Elektrizität und Kohlen	Elektrizität, Petroleum u. Kohlen	Elektrizität und Zentralheizung	Elektrizität und Petroleum	Elektrizität, Gas und Kohlen	Elektrizität, Gas u. Petroleum	Elektrizität und Gas	Elektrizität, Gas, Petroleum u. Kohlen	Gas	Gas und Petroleum	Gas, Petroleum und Kohlen	Gas und Kohlen	Petroleum	Petroleum und Kohlen	Kohlen	Zentralheizung
Kochzwecke (990 Verbraucher) .	3	1	—	—	2	—	3	3	—	234	562	50	34	66	26	6	—
Raumheizung (1018 Verbraucher) .	4	111	6	3	2	8	2	4	2	6	—	1	17	18	81	729	24

Zahl der elektrischen Apparate, nach deren Vorhandensein besonders gefragt wurde.

Staubsauger	Plätteisen	Haartrockner	Teewärmer	Öfen	Waschmaschine
644	662	29	152	124	12

Petroleum wurde benutzt für

Beleuchtung	Teewärmer	Nachtbeleuchtung	Tropisches Aquarium	Leimtopfheizer
in 24	99	4	1	1 Fällen

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigt die Zahlentafel 11, in welcher zugleich die Zahlen einiger elektrischer Apparate angegeben sind, nach deren Vorhandensein man sich bei der Untersuchung besonders erkundigt hat, sowie eine Feststellung der Fälle, in welchen zu bestimmten Zwecken Petroleum benutzt wurde. Aus Zahlentafel 11 geht z. B. hervor, daß nur an 234 Stellen ausschließlich mit Gas gekocht wurde; nebst Mittel, welche den Elektrizitätsverbrauch gegen den Rohöl- und Petroleumwettbewerb zu erhöhen ermöglichen, ausgenutzt werden müssen, und zwar durch weiter durchgeführte Wirtschaftlichkeit und Betriebsicherheit, insbesondere bei der Stromerzeugung, durch zweckmäßige Entwicklung der Tarife, Zurverfügungstellung tauglicher, billiger und zweckmäßiger elektrischer Geräte und durch gute Aufklärung der Stromabnehmer.

Scherenstromabnehmer in den V. S. Amerika.

Von W. Schaake wird in einem Aufsatz[1]) die Bauart neuerer Scherenstromabnehmer beschrieben unter besonderer Hervorhebung von erst in jüngerer Zeit getroffenen Verbesserungen. Diese Verbesserungen sollen die Stromabnehmer für den Betrieb mit Fahrgeschwindigkeiten bis 160 km/h geeignet machen, die Abnahme großer Leistung ermöglichen, in allen Höhenlagen gleichmäßigen Anpressungsdruck an den Fahrdraht erzielen und die Trägheit der Stromabnehmer verringern.

Für den Hauptbahnbetrieb werden, wie bei uns, fast ausschließlich Scherenstromabnehmer mit Druckluftbetätigung verwendet. Während aber in Deutschland allgemein das Aufrichten des Stromabnehmers mit Druckluft erfolgt und das Absenken nach dem Auslassen der Druckluft durch das Eigengewicht des Stromabnehmers, kennt man in V. S. Amerika 3 verschiedene Arten der Druckluftbetätigung. Diese sind:

1. Aufrichten durch Federkraft, Absenken durch Druckluft, in der Ruhestellung selbsttätige Verriegelung,
2. Aufrichten durch Druckluft, Absenken durch Eigengewicht, manchmal noch mit selbsttätiger Verriegelung in der Ruhestellung,
3. Aufrichten durch Druckluft, Absenken durch Federn, ohne besondere Verriegelung in der Ruhestellung.

Bei der ersten Betätigungsart greifen Zugfedern, die die gesamte Kraft für das Aufrichten des Stromabnehmers und den Anpreßdruck gegen den Fahrdraht hergeben, mittels Gelenkketten an Kettenscheiben an, die fest oder nachstellbar auf den Hauptwellen des Stromabnehmers sitzen. Die Kettenscheiben, auf denen sich die Ketten abwälzen, sind in auch bei uns üblicher Weise so geformt, daß die Drehmomente, die die Federkräfte auf die Wellen ausüben, in jeder Stromabnehmerlage den gleichen Fahrdrahtdruck ergeben. Der Druckluftzylinder für das Absenken drückt mit seinem Kolben beim Einlassen von Druckluft auf das mit einer Rolle versehene Ende eines auf der einen Hauptwelle befestigten Hebels, der ohne feste Verbindung mit dem Kolben ist, so daß der Kolben beim Arbeiten des Stromabnehmers nicht dauernd hin und her bewegt wird. Zu schnelles Aufsteigen und Absenken des Stromabnehmers wird durch eine Drosselstelle in der Luftzuführung zum Zylinder verhindert.

Bei der zweiten Betätigungsart, die mit der in Deutschland üblichen im wesentlichen übereinstimmt, sind besondere Druckluftpuffer vorgesehen, um zu hartes Aufschlagen der Schere auf den Grundrahmen zu vermeiden. Bei den deutschen Bauarten wird zu hartes Aufschlagen vermieden durch entsprechende Wahl der Hilfsfedern, die beinahe das gesamte Eigengewicht der Schere heben können. Besondere Luftpuffer, die die Bauart verwickelter gestalten würden, werden daher bei uns nicht verwendet.

Die dritte Betätigungsart erfordert einen Satz Federn, der den Stromabnehmer aufrichten und den Fahrdrahtdruck aufbringen kann, einen zweiten Satz Federn, der, dem ersten Satz entgegenwirkend, diesen überwinden kann, und einen Luftzylinder, der die Beeinflussung des ersten Federsatzes durch den zweiten aufheben kann. Für

[1]) Electr. Engng., Bd. 53, S. 182 u. 451

Digitized by Google

die nachgerühmten Vorteile dieser Bauart, genaues Aufrichten und Absenken des Stromabnehmers, erscheint uns der Aufwand reichlich groß.

Als Schleifstücke werden in V. S. Amerika allgemein Blechplatten aus Eisen oder Leichtmetall verwendet, die mit Kupferstreifen besetzt sind, manchmal auch mit Stahlstreifen. Sehr gut soll sich auf der Southern Pacific eine Anordnung bewährt haben, bei der das Schleifstückblech außen mit Kupferbronze-Winkeln besetzt ist (Abb. 1), zwischen denen zwei Eisenstreifen von halbovalem Querschnitt eingesetzt sind. Bei Gleichstrombahnen erhält wegen der großen Stromstärken jeder Stromabnehmer zwei Schleifstücke, deren Mittenentfernung rd. 300 mm beträgt. Sie können sich unabhängig voneinander etwa 50 mm in der Senkrechten bewegen, da sie durch besondere, abgefederte Hebel mit der Schere verbunden sind und sich so kleinen Unebenheiten der Fahrleitung anpassen. Für Fahrgeschwindigkeiten über 80 km/h werden Windausgleichflächen vorgesehen, die den Fahrwinddruck auf die Schleifstücke ausgleichen und so ein Abklappen vom Fahrdraht verhindern, aber natürlich auch den gesamten Windwiderstand vergrößern. Bei 11 000 V-Wechselstrombahnen wird meist nur ein Schleifstück gleicher Art wie oben verwendet, das, um wieder eine senkrechte Beweglichkeit von etwa 50 mm unabhängig von der Schere zu erzielen, durch eine besondere kleine Schere mit dem Scheitelpunkt der großen Schere verbunden ist. Während in Deutschland die Schleifstücke in der Längsrichtung gewölbt sind, werden sie in V. S. Amerika meist mit gerader Schleiffläche ausgeführt. Bemerkenswert ist aber, daß nach einer Mitteilung, die Henry Brown zu dem Aufsatz von W. Schaake macht, die New Haven-Scherenstromabnehmer jetzt ebenfalls mit gewölbten Schleifstücken laufen, da so Beschädigungen der Fahrleitung besser vermieden werden.

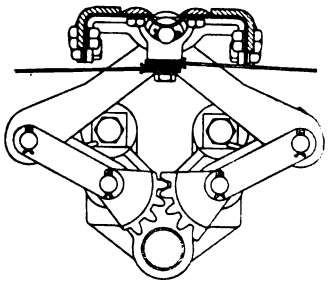


Abb. 1. Schleifstück.

schen Konstruktionen. Dies zeigt schon ein Vergleich mit Abb. 2, die den Grundriß eines mit Druckluft aufgerichteten und durch Eisengewicht gesenkten Stromabnehmer-Unterteiles amerikanischer Bauart darstellt.

Anschließend an den Aufsatz von W. Schaake bringt B. M. Pickens eine Abhandlung über das Verhalten der Scherenstromabnehmer im Betriebe. Der Stromabnehmer folgt bei aufsteigendem Fahrdraht diesem um so besser, je geringer das Gewicht der bewegten Teile ist, und er gibt dann auch bei sich senkendem Fahrdraht eine um so geringere Erhöhung des Fahrdrahtdruckes. Pickens gibt eine augenscheinlich stark vereinfachte Formel für die Berechnung des auf den Scheitelpunkt der Schere bezogenen äquivalenten Gewichtes der bewegten Stromabnehmerteile; über die Entstehung der Formel fehlen leider Angaben. In Deutschland pflegt man mit der auf den Scheitelpunkt reduzierten Masse zu rechnen; eine verhältnismäßig einfache Berechnungsart ist in dem oben erwähnten Aufsatz (s. Fußnote 1) angegeben. Ein Vergleich der dort gezeigten Kurve mit den von Pickens gegebenen zeigt, daß die äquivalenten Massen bei den V. S. Amerika-Stromabnehmern im

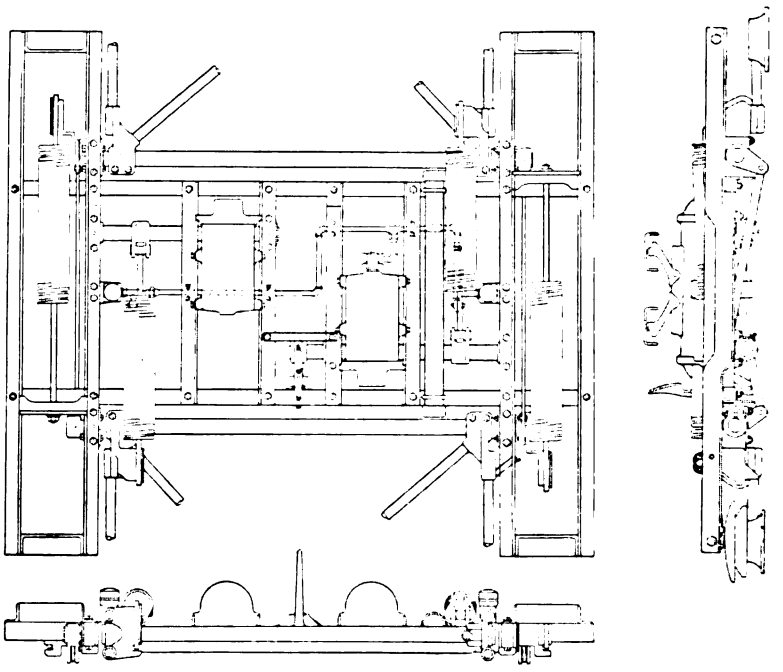


Abb. 2. Stromabnehmer-Unterteil.

Um Zwängungen und damit Erhöhung des Reibungswiderstandes zu vermeiden, sind die Stromabnehmer-Hauptwellen in selbst einstellbaren Rollenlagern gelagert; in Deutschland werden hierfür Pendelkugellager verwendet.

Um die nötige Steifigkeit bei leichtem Gewicht zu erhalten, werden die Unterarme und Oberarme der Schere mit Kreuzversteifungen versehen, und nur die Unterarme aus Stahlrohren, die Oberarme aber aus Aluminiumrohren zusammengesetzt. Die letztere Maßnahme ist auch in Deutschland bei neuen Bauarten angewendet worden, die Kreuzversteifungen dagegen sind nach deutschen Erfahrungen überflüssig.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die neueren deutschen Konstruktionen[1]) bei durchaus zufriedenstellender Arbeitsweise im Aufbau erheblich einfacher gehalten sind und bei hoher Fahrgeschwindigkeit beträchtlich geringeren Windwiderstand bieten als die amerikanischen Konstruktionen, allgemeinen erheblich größer sind, die Beschleunigung des Stromabnehmers aber noch etwas höher ist, weil mit höheren Fahrdrahtdrücken gearbeitet wird; beides zusammen ergibt bei sinkendem Fahrdraht erhebliche Vergrößerungen des Fahrdrahtdruckes. Auffällig ist auch bei Pickens die starke Zunahme des äquivalenten Gewichtes und daher die starke Abnahme der Beschleunigung mit zunehmender Fahrdrahthöhe, also für den Bereich, in dem der Stromabnehmer am häufigsten arbeitet. Pickens untersucht weiter überschläglich die Änderung des Druckes zwischen Schleifstück und Fahrdraht im Betriebe und kommt zu dem Ergebnis, daß für Fahrgeschwindigkeiten von 160 km/h die Kettenoberleitung und die Scherenstromabnehmer in V. S. Amerika noch weiter verbessert werden müssen. Harry Brown bemerkt zu dem Aufsatz von Pickens, daß bereits Bestrebungen vorhanden sind, die Fahrdrahthöhe in V. S. Amerika auf 6750 mm über SO. zu vereinheitlichen und die Mastenentfernung, die jetzt über 90 m beträgt, zu verringern. Die entsprechenden Werte der Deutschen Reichsbahn sind 6500 mm bzw. rd. 75 m. Sieg.

[1]) Vgl. z. B. Elektr. Bahnen Bd. 10, S. 188.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Die selbsttätige Entaschungsanlage im Kraftwerk Wehrden bei Völklingen a. d. Saar. — Das Kraftwerk Wehrden hat eine installierte Generatorleistung von 70 000 kVA, wobei täglich 200 bis 250 t Asche anfallen, deren Entfernung eine besondere Aufgabe darstellt. Die Asche fällt vom Kesselrost in Aschetrichter, wo durch Wasser ihre Kühlung und Entstaubung vorgenommen wird. Die Trichter leiten die feuchte Asche auf darunter angeordnete Tische, unter denen die Entaschungsgleise *1* bis *3* liegen (Abb. 1). Die durch Seilzug betriebenen

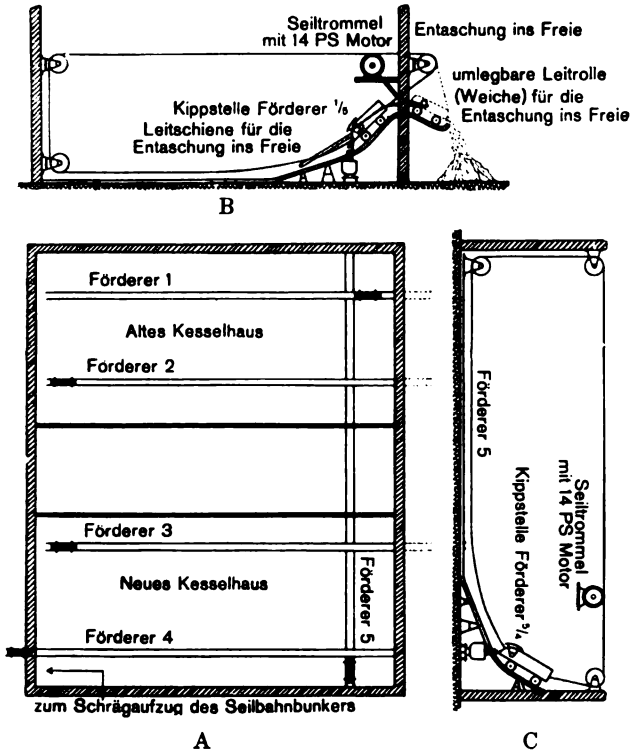


Abb. 1. Anordnung der Entaschungsanlage.

Entaschungswagen streifen im Pendelverkehr mit Hilfe besonderer Abstreichbleche die Asche von den Tischen ab, um sie in der in Abb. 1 B angedeuteten Kippstellung über Gleis *5* an den quer unter ihnen laufenden Förderer *5* abzugeben. Die Ascheabgabe erfolgt aber nur beim Kreuzen des Förderers *5*, der dann zwangläufig die Verschlußklappe öffnet. Da Gleis *5* an den Kreuzungstellen mit Gleis *1* und *3* nicht profilfrei ist, muß ein gleichzeitiges Kreuzen der einzelnen Förderer verhütet werden. Die Förderer *1* bis *3* müssen sich also jeweils in Kippstellung befinden oder noch unter den Kesseln laufen, wenn Förderer *5* ihre Gleise kreuzt. Förderer *5* hat nun in gleicher Weise die von den Förderern *1* bis *3* gesammelte Asche an den Förderer *4* (Abb. 1 C) abzugeben. Gleis *4* geht nach längerer waagerechter Führung in einen Schrägaufzug über, damit Förderer *4* die Asche in einen großen Bunker abgeben kann. Von hier wird die Asche mit einer Seilbahn zur Halde gebracht. Der Haldenturm der Seilbahn zeichnet sich dadurch aus, daß er periskopartig mit wachsender Halde erhöht werden kann.

Die Steuerung der verschiedenen Antriebsmotoren erfolgte anfänglich rein mechanisch. Der große Verschleiß an Steuerseilen und die damit verbundenen Störungen legten daher den Umbau der Steuerung in eine elektrische nahe. Es handelt sich um eine Zeitschalter-Schützenumkehrsteuerung, die für jeden Förderer getrennt durchgeführt wurde und wobei die Abhängigkeit vom Betrieb der anderen Förderer durch Verriegelungs- und Befehlschalter, die durch die Förderer betätigt werden, erreicht ist. Die Steuerung ist vollselbsttätig und wird von zwei Steuerpulten, von denen eines im ersten, das andere im zweiten Kesselhaus aufgestellt ist, eingeleitet. Die erforderlichen Schütze, Stromwächter, Nullspannungsrelais und Zeitschalter sind in diesen Pulten untergebracht. Die Fahrt der einzelnen Förderer wird durch Druckknopfbetätigung eingeleitet und regelt sich sofort gemäß den Betriebserfordernissen ein. Während an der Kreuzungstelle *5/1* der Förderer *5* sich noch in Anfahrt befindet und hierbei die Asche während der Fahrt übernehmen kann, mußte bei den Kreuzungstellen *5/2* und *5/3* eine kurzzeitige zwangläufige Stillsetzung erfolgen, um die erforderliche Aschеübernahmezeit sicherzustellen. Die Rückfahrt des Förderers *5*, bei der keine Asche übernommen und nur Befehle an die Förderer erteilt werden, geht zwangläufig ohne Aufenthalt an den Kreuzungstellen vor sich.

Für den Fall, daß der Förderer *5* oder die Seilbahn bzw. deren Zubringer gestört ist, muß die Entaschung ins Freie (Abb. 1 B) erfolgen können. Hierbei ist eine grundlegende Änderung der Steuerungskreise erforderlich, die durch einen Umschalter am Steuerpult vorgenommen wird. Dann steht jeder Förderer in reinem Pendelverkehr. Auch für den Fall, daß der Förderer *4* erst bei jeder zweiten Ascheübernahme (geringer Ascheanfall) arbeiten soll, ist eine entsprechende Erweiterung der Steuerung mit Zeichengabe durchgeführt.

Ein Arbeitspiel dauert etwa 2½ min, so daß bei jahrelangem ununterbrochenem Betrieb allergrößte Anforderungen — durch die feuchte und immerhin staubreiche Luft der Kesselhäuser noch erhöht — an alle Apparate gestellt werden. Dabei ist die Anlage praktisch störungslos und allen Anforderungen gerecht werdend seit rd. 1½ Jahren in Betrieb. (E. Widmann, BBC-Nachr. Bd. 21, S. 64.)

Sb.

Neuzeitliche Speisewasseraufbereitung. — In einem Hochleistungs- und Hochdruckkessel-Betrieb muß zur Verhütung des Steinansatzes im Kessel, zur Vermeidung von Anfressungen und zur Verhinderung des Schäumens und Spuckens des Kesselinhalts nicht nur das Speisewasser vor dem Kessel sorgfältig und sachgemäß aufbereitet, sondern auch das Kesselwasser nach bestimmten Richtlinien behandelt werden. In einem in der 19. Vollsitzung des Maschinenausschusses gehaltenen Vortrage zeigte Karl Hofer die Richtlinien, nach denen auch sinngemäß die Speisewasseraufbereitung in Niederdruckkesselanlagen zu vervollkommnen ist.

Forschung und Erfahrung in bezug auf Verhütung des Steinansatzes lehrten, daß zur Erzielung einer erforderlichen Resthärte von 0,5 ° d des chemisch aufbereiteten Zusatzwassers, bei Verwendung der üblichen Enthärtungsreagenzien (Kalk, Soda, Ätznatron usw.) mit einem entsprechend hohen Überschuß an Fällungsmitteln gearbeitet werden muß (80 bis 100 g/m³ Soda, 20 bis 40 g/m³ Ätznatron), daß die Temperatur im Reiniger möglichst nahe dem Siedepunkt liegen muß, daß der Reiniger groß genug bemessen und sinngemäß gebaut sein muß, um von Schwebestoffen vollkommen freies Wasser zu erhalten, und daß mit einer Meßeinrichtung ein möglichst gleichmäßiges Zufließen der Enthärtungsmittel in Abhängigkeit vom aufbereiteten Rohwasser gewährleistet sein muß. Weitere, mit Zunahme von Leistung und Druck erforderliche Verringerung der Resthärte auf 0,1 bis 0,2 ° d ermöglichte erst Trinatriumphosphat, das dem Wasser zugesetzt wird, nachdem vorher entweder thermisch oder durch Zugabe der üblichen Enthärtungsmittel der größte Teil der Härte ausgefällt wurde. Verschmutzte Rohwasser und huminreiche Wasser müssen durch Aluminiumhydroxydflockung geklärt werden, bevor sie in die Reinigeranlage eintreten. Da auch eine äußerst geringe Resthärte des Speisewassers sich in einem Hochleistungskessel recht bald anreichern wird und zu Steinansatzbildungen führt, ist die Nachreaktion im Kessel so zu beeinflussen, daß sich nicht Stein ablagert, sondern Schlamm abscheidet, der zum größten Teil durch Ablassen von Kesselwasser in das Freie abgeführt werden kann. So muß auch bei reiner Kondensat- und Destillatspeisung ein gewisser Ätznatron-Phosphat-Gehalt im Kesselwasser eingehalten werden. Bei Inbetriebnahme des Kessels ist dem Kesselwasser von vornherein Ätznatron und die notwendige Menge Phosphat zuzugeben.

Eine bestimmte Ätznatron- und Phosphatkonzentration im Kesselwasser setzt auch dessen Angriff auf ein

Digitized by Google

Mindestmaß herab und verhütet Anfressungen des Kesselbaustoffes. Ein Ätznatrongehalt des Kesselwassers wirkt bei einem p_H-Wert ≥ 9 als Schutzstoff, indem sich auf dem Eisen eine Schutzhaut bildet. Auch Trinatriumphosphat in Verbindung mit Ätznatron eignet sich sehr gut als Schutzstoff für Hochdruckkessel. Die auf der Kesselinnenwand gebildeten Schutzhäute bilden aber keinen Schutz gegen Anfressung durch Sauerstoff. Während durch den Angriff des Kesselwassers flächenartige Abzehrungen auftreten, sind die Anfressungen durch Sauerstoffgehalt narbenartig. Mit erhöhter Wassertemperatur vergrößert sich die Gefahr eines Sauerstoffangriffes. Das Speisewasser muß daher sorgfältig entgast werden. Bei Höchstdruckkesseln muß der verbleibende geringe Restsauerstoffgehalt durch Zugabe von Natriumsulfit und Natriumhyposulfit praktisch vollkommen entfernt werden. Auch Wasserdampf beginnt langsam bei etwa 300 ° und bereits im Bereich oberhalb 400 ° merklich Eisen anzugreifen, indem sich Eisenoxyduloxyd bei gleichzeitigem Freiwerden von Wasserstoff bildet. Diese Anfressungen sind durch geeignete bauliche Maßnahmen vor allem durch Änderung des Wasserumlaufes im Kessel zu vermeiden.

Schäumen und Spucken des Kesselinhalts werden vermieden, wenn koloidal gelöste Stoffe aus dem Kesselwasser möglichst ferngehalten werden, wozu es gut zu filtern ist. Die Resthärte des Speisewassers ist möglichst klein zu halten, ebenso der Gehalt an Alkalien, d. h. es ist mit niedriger Natronzahl auszukommen, was durch Verwendung von Phosphat erreicht wird. Dann ist grundsätzlich dafür zu sorgen, daß die Ausdampffläche groß genug ist. Die hauptdampfführenden Rohre sollen oberhalb des Wasserspiegels eingeführt werden. — Zur Kühlwasseraufbereitung wurde auf das sog. Impfen des Wassers durch einen Säurenzusatz eingegangen, wobei das Wasser vor seinem Eintritt in das Kühlwassersystem mindestens noch eine Restkarbonathärte von 0,5 ° d haben soll. (Stahl u. Eisen Bd. 54, S. 701 u. 729.) *Pge.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Vektormesser. — Ein neu entwickelter Vektormesser, ein direkt anzeigendes Instrument, dient zur Bestimmung kleiner Wechselspannungen und -ströme nach Größe und Richtung. Seine Hauptbestandteile sind zwei Gleichstrominstrumente hoher Meßempfindlichkeit, zwei Schwinggleichrichter, ein Phasenregler mit Winkelskala und zwei Meßbereichwähler (Abb. 2). An den Vektormesser können gleichzeitig zwei Strom- oder Spannungskreise angeschlossen werden, die wechselweise auf die Instrumentgruppe zu schalten sind. Das Gerät ist leicht zu bedienen und bedarf nur sehr kleiner Meßleistungen. Der Eigenverbrauch des Meßwerkes ist beim kleinsten Meßbereich in der

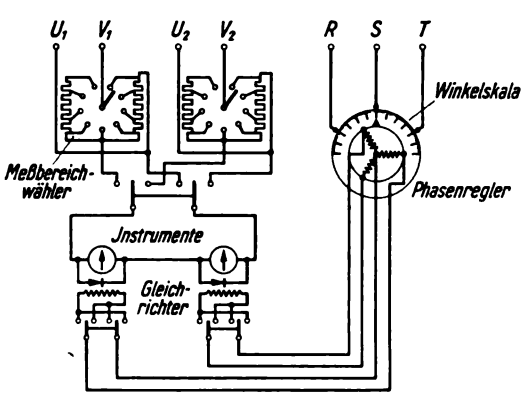


Abb. 2. Grundschaltung des Vektormessers.

Größenordnung von 1 mW, obwohl es sich um ein direktes Ausschlagverfahren handelt. Der Aufbau des Gerätes ist insgesamt einfach und widerstandsfähig (Abb. 3). Es entspricht somit allen Anforderungen an ein zuverlässiges, leicht zu handhabendes Betriebsmeßinstrument.

Für den Phasenregler ist Drehstromanschluß erforderlich. Der Läufer dieses Phasenreglers liefert die Schaltenergie für die Schwinggleichrichter. Die Erregerwicklungen dieser Gleichrichter sind dabei so an die Phasen- bzw. verkettete Spannung angeschlossen, daß zwischen den beiden Erregerströmen eine Phasenverschiebung von 90 ° besteht. Die Schaltgenauigkeit des Schwinggleichrichters beträgt wenige Minuten, bezogen auf die volle Halbwelle. Wird die Schaltphase mit der einen Halbwelle der Meßspannung zeitlich zur Deckung gebracht, so schaltet der Kontakt diese Halbwelle auf das Gleichstrominstrument, welches seiner Natur nach den arithmetischen Mittelwert derselben anzeigt. Bei beliebiger Phasenverschiebung zwischen Schaltphase und Meßspannung ist der Ausschlag des Instrumentes proportional dem Kosinus dieses Verschiebungswinkels. Die Eichung des Instrumentes berücksichtigt den Formfaktor und bei Halbwellenschaltung das Fehlen der einen Halbwelle, so daß der Effektivwert bei sinusförmigen Wechselstromgrößen angezeigt wird. Beide Instrumente sind gleichzeitig eingeschaltet und können wechselweise auf die beiden oben schon angegebenen Meßkreise geschaltet werden. Die Meßkreise haben zwei von-

Abb. 3. Vektormesser.

einander unabhängige Spannungsteiler zur Meßbereicherweiterung. Ist der Phasenregler so eingestellt, daß die in dem einen Meßkreis wirksame Spannung oder der Strom als Bezugsvektor gelten, so entsprechen die Ausschläge der beiden Instrumente beim Umschalten auf den anderen Meßkreis der Sinus- und Kosinuskomponente der anderen Meßgröße, bezogen auf den ersten Vektor. Die Erregerwicklungen der Gleichrichter sind getrennt umzupolen, so daß auch negative Halbwellen in allen vier Quadraten gemessen werden können. Durch Verdrehung des Phasenreglers kann eines der beiden Instrumente in beiden Meßkreisen auf Null gebracht werden. An der Skala des Phasenreglers läßt sich dann der Verschiebungswinkel direkt in Graden ablesen. In jedem Meßbereich können Messungen zwischen 0,15 und 150 V bzw. 0,005 und 5 A ausgeführt werden. Der Phasenregler umfaßt 360 + 40 Winkelgrade mit einer Ablesegenauigkeit von etwa 1 °. Eine Wirkleistung von 5 µW erscheint noch mit etwa 20 Teilstrichen Ausschlag.

Von den vielartigen Anwendungsmöglichkeiten, die vor allem auch der hohen Meßempfindlichkeit des Gerätes zu verdanken sind, seien erwähnt: Messung des Vektordiagrammes eines beliebigen Wechselstromverbrauchers oder des Eigenverbrauchs von Instrumenten, Zählern, Relais usw.; Messungen an Wechselstromsystemen mit sehr kleinen Winkeln nach einem besonderen Vergleichsverfahren; Messung der Wellenform und des Scheitelwertes durch Vorschalten einer bekannten Drossel bzw. eines bekannten Kondensators, vor allem bei Hochspannungsprüfung; Vektormessung als Nullindikator in Brückenschaltungen, dabei getrenntes Abgleichen der reellen und der imaginären Komponente möglich; Messung von Streufeldern in der Umgebung von Wechselstromleitungen oder Apparaten mit Hilfe von Tauch- oder Suchspulen, dgl. Prüfung der Fluß- und Induktionsverteilung an Eisenkernen bzw. Luftspalten; Messung der Schlupffrequenz an Asynchronmaschinen. Mit einfachen Hilfsmitteln läßt sich der Meßbereich erweitern, so daß Messungen an Großmaschinen und Transformatoren möglich sind. *Kdn.*

Empfindlichkeit und Bemessung der Wheatstoneschen Brückenschaltung. — Betrachtungen über die Empfindlichkeit der 1843 von Wheatstone mitgeteilten Brückenschaltung wurden erstmals gleichzeitig von Heaviside und Maxwell (1873) für die Gleichstrombrücke, von Rayleigh (1890) für die Wechselstrombrücke angestellt. Weitere Gesichtspunkte von allgemeinerer

Digitized by Google

Bedeutung ergeben sich aus Abhandlungen von Schuster (1895), Jaeger (1904), Fischer (1930) und Schering (1931). Die meisten dieser Arbeiten enthalten entweder irgendeine einschränkende Voraussetzung, oder sie sind auf einen besonderen Fall zugeschnitten. Um die Aufgabe möglichst vollständig zu erfassen, werden die Betriebs- und Anzeigearten, die bei der Brückenschaltung auftreten können, betrachtet. Als wichtigste Betriebsbedingungen werden zugrunde gelegt: 1. die die Brückenschaltung speisende Spannung ist konstant, 2. der speisende Strom ist konstant, 3. die zugeführte Leistung ist konstant, 4. die Belastbarkeit des zu messenden Widerstandes ist begrenzt, 5. die EMK und der innere Widerstand der Stromquelle ist gegeben. Als die wichtigsten Anzeigeart werden untersucht: A. die Spannung am Brückenzweig bei unendlich großem Widerstand des Brückenzweiges, B. der Strom im endlichen Widerstand des Brückenzweiges (der allgemeine Fall, wenn über das im Brückenzweig liegende Gerät keinerlei einschränkende Bedingungen vorliegen), C. der angepaßte Brückenzweig (größte Leistung ist gesucht). — Nachdem hiernach die Grundgleichungen angeschrieben sind und angegeben ist, wie die Ergebnisse auf die Wechselstrombrücke anzuwenden sind, wird als Maß für die Empfindlichkeit untersucht, in welcher Weise die Wirkung im Brückenzweig am größten wird, wenn die erreichte Abgleichung durch eine kleine Änderung eines Widerstandes, z. B. des zu messenden, gestört wird. Es ergeben sich für alle 5 × 3 Fälle durchaus verschiedene Bedingungen und Beziehungen zwischen den Einzelgrößen der Brücke, die als Bestwerte größte Empfindlichkeit bewirken; es kann z. B. ein bestimmter Widerstand, je nach den vorgegebenen Bedingungen, als Bestwert eine endliche Größe aufweisen oder nach null oder unendlich groß als Bestwert streben. Die Arbeit beschränkt sich nun nicht auf die bloße Angabe der Bestwerte, vielmehr werden die einzelnen Funktionen untersucht und wiedergegeben; aus den Kurven und Zahlentafeln sieht man dann im praktischen Fall leicht, wie weit man von den Bestwerten abweichen kann, wenn man es in Kauf nimmt, einen bestimmten Prozentsatz an Empfindlichkeit einzubüßen, und kann hieraus die praktisch erreichbare Empfindlichkeit, oder Verbesserungsmöglichkeiten bestimmen. Eine Übersicht über die Bestwerte ist als Zahlentafel zum Schluß angefügt. (J. Fischer, Z. Instrumentenkde. Bd. 54, S. 137.) *Sb.*

Einfaches Verfahren zur Beobachtung hochfrequenter Spannungskurven. — Um die Kurvenform von Hochfrequenzkurven zu untersuchen, legt der Verfasser an das eine Plattenpaar einer Braunschen Röhre die zu untersuchende Spannung, an das andere eine um Hörfrequenz abweichende sinusförmige Hilfspannung. Es entstehen dann Lissajoussche Figuren, die in einer Sekunde f_1—$f_2$mal durchlaufen werden, wenn f_1 die Frequenz der zu untersuchenden Spannung, f_2 die der Hilfspannung ist. Im Drehspiegel erscheint ein aus den verschiedenen Figuren gebildeter breiter Streifen, in dem sich die ursprüngliche Kurve als einhüllende Kurve deutlich abzeichnet. Bedingung für Entstehung eines scharfen Bildes ist, daß der Abstand a des Spiegels vom Leuchtschirm ein ganzzahliges Vielfaches der Spiegelzahl und der halben Bildbreite A ist und daß die Drehzahl des Spiegels

$$n = \frac{A\,(f_1 - f_2)}{2\,a}$$

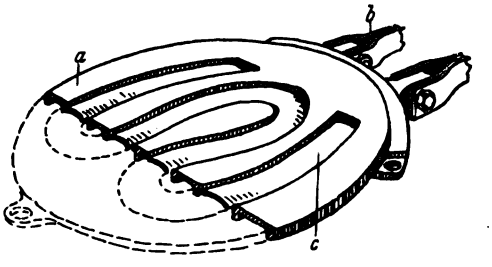
ist. Praktisch zeigt sich, daß beide Bedingungen nur angenähert eingehalten zu werden brauchen und lediglich durch Probieren erfüllt werden können. (U. Bab, Z. techn. Phys. Bd. 14, S. 18.) *Br.*

Elektrisches Meßwesen auf der Holztagung 1934. — Auf der vom Deutschen Forstverein und VDI am 30. XI. bis 1. XII. in Berlin veranstalteten „Holztagung" wurde verschiedentlich auf den großen Wert rascher Ermittlung des Wassergehaltes des Holzes hingewiesen. Die genaue Kenntnis der Holzfeuchtigkeit hat fast für alle Holzeigenschaften große Bedeutung und mit allgemeinen, unklaren Bestimmungen und Bezeichnungen ist hier nicht gedient. Dr.-Ing. E. Mörath, Darmstadt, bezeichnete daher auch in seinem Vortrage „Feuchtigkeitsbestimmung im Holz" die Ausrüstung der Praxis mit verläßlichen, einfachen und billigen Meßverfahren des Feuchtigkeitsgehaltes des Holzes als eine der wichtigsten Gemeinschaftsaufgaben der Fachgruppe „Holz". Der Vortragende faßte die z. Z. üblichen Verfahren in 5 Gruppen zusammen, unter denen die elektrischen Meßverfahren zunehmend an Bedeutung gewinnen. Ein bekanntes elektrisches Verfahren beruht auf der Messung des ohmschen Widerstandes. Dieser ist unmittelbar von dem Feuchtigkeitsgehalt abhängig und infolgedessen auch ein Maß für die Feuchtigkeit selbst. Das Verfahren ist sehr einfach. Mittels eines Kurbelinduktors wird ein Gleichstrom erzeugt und solange durch ein Probestück des zu untersuchenden Holzes geschickt, bis ein in der Schaltung liegender Kondensator aufgeladen ist und eine Glimmlampe aufleuchtet. Die Zeit, die zum Aufladen des Kondensators notwendig ist, hängt von dem Widerstand des Probestückes ab, der an den Eichskalen des Instruments unmittelbar in Prozenten Holzfeuchtigkeit abgelesen werden kann. Um die Zeit für das Drehen des Induktors abzukürzen, sind entsprechend den im allgemeinen vorkommenden Feuchtigkeitstufen 5 Kondensatoren mit zugehöriger Meßbereichunterteilung angeordnet. Die Elektroden, zwischen denen das Probestück eingespannt wird, bestehen aus mit Stanniolfolie belegten Gummipuffern von 3 cm Dmr., um die geringsten Übergangswiderstände zwecks hoher Meßgenauigkeit zu erhalten. Mit dem Gerät können Holzfeuchtigkeiten im Bereich von 5 bis 22 % gemessen werden. Die Genauigkeit beträgt ± 1 % bei einem Feuchtigkeitsgehalt bis 12 %, darüber ± 2 %.

Ein anderes vom Vortragenden entwickeltes elektrisches Meßverfahren beruht auf der Messung der Dielektrizitätskonstante des Holzes, das bei der gleichen Meßgeschwindigkeit noch höhere Genauigkeit besitzt und es ermöglicht, Wassergehalte zu messen, die über dem Fasersättigungsintervall (etwa 25 bis 30 % des absoluten Trockengewichts) liegen. *Pge.*

Elektrowärme.

Neuartige Glühkochplatte. — Es wird eine neuartige Glühkochplatte von Stanley F. Bickell beschrieben. Dieser Bericht dürfte deswegen von Interesse sein, weil Erzeugnisse der hier beschriebenen Art in Deutschland noch nicht auf den Markt gekommen



a unmagnetische korrosionssichere Metallplatte
b Verbindungen aus Cu-Lamellen
c Chrom-Nickel-Widerstand

Abb. 4. Glühkochplatte.

sind. Die neue Glühkochplatte hat einen widerstandsfähigen Heizleiter-Werkstoff, der ein rasches Aufheizen bei einem Minimum an Verschleiß gestattet. Mit Hilfe eines Transformators wird der Platte eine Spannung von etwa 10 V zugeführt. Der Heizleiter besteht aus einem breiten, eisenfreien Chromnickelband, das nicht flach, sondern konvex gehalten ist (Abb. 4). Durch geeignete Führung ist dafür Sorge getragen, daß Magnetisierungschwierigkeiten nicht auftreten. Zuleitungschwierigkeiten sind durch konstruktive Kunstgriffe überwunden. Der Berührungsschutz bei Elementen, die mit einer Spannung unter 10 V arbeiten, dürfte im allgemeinen durch die sich auf dem Metall bildende Oxydschicht gegeben sein. Das trifft aber nur für den Normalgebrauch zu. Es wird in Betracht gezogen werden müssen, daß etwa die scharfe Kante eines eisernen Topfes oder einer Aluminiumpfanne diese Oxydschicht durchdringt und dadurch das Kochgeschirr aktiv mit dem Heizelement verbindet. Zur Verhütung dieser Gefahr sind ebenfalls geeignete Maßnahmen getroffen worden. Wie aus Abb. 4 zu entnehmen ist, scheinen sich diese Maßnahmen darauf zu beschränken, das konvexe Heizleiterband in eine nicht magnetische, korrosionssichere Metallplatte einzulassen. Eine Maßnahme, die in Deutschland sicherlich nicht als ausreichend angesehen würde. Die Leistungsaufnahme wird mit Hilfe eines die Primärwicklung des Transformators anzapfenden Stufenschalters dreifach geregelt. Der Sekundärkreis ist geerdet. Durch

Digitized by Google

diese Maßnahme ist die Gefahrlosigkeit bei Störungen am Transformator sichergestellt.

Es wird darauf hingewiesen, daß es von jeher das Bestreben der Herstellerfirmen gewesen ist, die Oberflächenbelastung der Kochplatte nach Möglichkeit zu vergrößern, ohne ihre Zuverlässigkeit aufs Spiel zu setzen. Auch in diesem Punkt ist durch die Entwicklung der neuen Glühkochplatte ein großer Schritt vorwärts getan worden. Ist es doch gelungen, dieser Platte von 20,3 cm Dmr. eine Leistungsaufnahme von 2,25 kW zu geben.

Vorausgesetzt, daß es mit dieser Konstruktion tatsächlich gelungen ist, ein betriebsicheres Gerät auf den Markt zu bringen, wird man doch über die Notwendigkeit einer hochbelasteten Glühkochplatte geteilter Meinung sein können. Man wird sich des Eindrucks nicht erwehren können, daß diese Glühkochplatte weniger deshalb entwickelt wurde, weil der Hersteller von ihrer Notwendigkeit für das elektrische Kochen überzeugt sei als einer — wenn auch unberechtigten — aber doch nun einmal bestehenden Einstellung der Abnehmerschaft gerecht zu werden. Diese Einstellung ist aber heute noch sehr stark beeinflußt von der starken Werbung der in Wettbewerb stehenden Heizmittel, die ihre Ware „Wärme" anders als mit hohen Flammentemperaturen gar nicht liefern können und schon deswegen bestrebt sind, aus dieser Not eine Tugend zu machen.

Von Interesse sind auch die Ausführungen, die der Verfasser über die Regelung der Bratröhrenaufnahme veröffentlicht. Im Gegensatz zu früheren Berichten, die aus englisch sprechenden Ländern zu uns gekommen sind und die die selbsttätige Temperaturregelung der Brat- und Backöfen als eine ganz selbstverständliche Sache hinstellten, wird hier festgestellt, daß die Herdbauer den Standard-4-Taktschalter in großen Mengen durch Abrufaufträge beziehen, während die selbsttätigen Regeleinrichtungen für Bratröhren nur in kleinen Mengen bezogen werden. Obwohl die Betriebsicherheit und die betriebliche Eignung dieser selbsttätig geregelten Bratöfen außer allem Zweifel stünden, fänden sich doch nur wenige bereit, die Mehrkosten hierfür aufzuwenden. Aus dieser Beobachtung wird die Berechtigung für eine neue Bratröhre einer Firma hergeleitet, bei der durch geeignete Bemessung der Leistungsaufnahme auf der Kleinststufe ($^1/_6$ der Gesamtaufnahme) eine Konstanthaltung der Temperatur in der Röhre gewährleistet wird. Zum Schluß wird eine Herdkonstruktion beschrieben, bei der mit wenigen Griffen die stromführenden Teile zugänglich gemacht worden sind. (Stanley F. Bickel, Electrician Bd. 113, S. 15.)

Dr. W. H.

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Wirtschaftlichkeit der Elektrisierung der Schwedischen Staatsbahnen. — M. Cardon von der Paris—Orléans-Bahn berichtet in der Société franç. des Electriciens, Paris, über einen von J. Oefverholm in London gehaltenen Vortrag.

Maßgebend für die Umstellung der Königlich Schwedischen Staatsbahnen auf elektrischen Betrieb war in erster Linie der Gedanke, sich mit Rücksicht auf die ungeheuren einheimischen Wasserkräfte von der Einfuhr ausländischer Lokomotivkohle unabhängig zu machen. Mit dem Abschluß des Jahres 1934 waren von dem gesamten Netz der Schwedischen Staatsbahnen bereits rd. 1800 km oder 26 % auf die elektrische Betriebsform umgestellt. Ein zukünftiges Programm sieht die Elektrisierung weiterer rd. 1000 km bis zum Frühjahr 1936 vor; dies entspricht einem Anteil von 40 % des Gesamtnetzes oder 80 % der gesamten Verkehrsleistung.

Unbestritten in jeder Beziehung ist der Erfolg bei Elektrisierung der Riksgränsbahn in Nordschweden, die mit Zweiglinien ein Netz von 448 km Streckenlänge umfaßt. Neben Verdoppelung der mittleren Geschwindigkeit der Erzzüge war es möglich, die Anhängelasten um rd. 50 % zu steigern, so daß der sonst erforderliche und weit kostspieligere zweigleisige Ausbau voll erspart werden konnte. Weniger befriedigend ist das wirtschaftliche Ergebnis bei der schwedischen Hauptstrecke Stockholm—Göteborg (456 km), weil die technischen Einrichtungen der Bahnhöfe und der Strecke noch nicht elektrisiert, d. h. auf eine dem elektrischen Betrieb mögliche höhere Verkehrsleistung umgestellt worden waren. Das erste Projekt hierfür aus dem Jahre 1920, welches ein Anlagekapital von 5,8 Mill engl. Pfund Sterling[1]) erforderte, kam nicht zur Ausführung, obwohl der überaus hohe Kohlepreis damals eine Verzinsung und Tilgung der Anlagekosten binnen wenig mehr als vier Jahren ermöglicht hätte. Ferner sprachen trotz grundsätzlicher Zustimmung der maßgebenden Stellen s. Z. auch technische Gründe dagegen, die den Beginn der Elektrisierung bis zum Sommer 1923 hinauszögerten. Das neue, völlig umgearbeitete Gutachten schloß jetzt mit nur 2,140 Mill £ als Endsumme für die gesamten elektrischen Anlagen und Fahrzeuge ab. Der Unterschied gegen den ersten Anschlag beruhte hauptsächlich auf dem Verzicht, eigene Stromversorgungs- und -verteilungsanlagen zu erstellen. Dafür wurde Anschluß an die Drehstrom-Landessammelschiene und Umformung in 16⅔ Hz durch Synchronmaschinen vorgeschlagen bei einer Erhöhung des Abstandes der einzelnen Umformerwerke auf etwa 100 km. Außerdem waren Streckenausrüstung und Lokomotiven vereinfacht. An Stelle von 4 Lokomotivtypen konnte mit einer einzigen Bauart, Achsfolge 1 C 1 ausgekommen werden, wobei sich Güter- und Personen- bzw. Schnellzuglokomotiven nur durch das Verhältnis der Zahnradübersetzung unterscheiden.

Ein wesentlicher Unsicherheitsfaktor in den Wirtschaftlichkeitsüberlegungen bildete auch damals immer noch der schwankende Kohlepreis. Die Betriebskostenvergleichsrechnung stützte sich unter Voraussetzung einer 5prozentigen Verzinsung der Neuanlagen auf das sog. „Kohleäquivalent". Bei dem schwächeren Verkehr des Jahres 1923 errechnete sich dieses zu 1 £ 17 sh/t und konnte in Erwartung einer 25prozentigen Verkehrsteigerung beim elektrischen Betrieb sogar noch auf ungefähr 1 £ 1 sh 6 d absinken, ohne die geforderte 5prozentige Verzinsung des investierten Anlagekapitals in Frage zu stellen.

Tatsächlich erreichte der Kohlepreis im September 1931 kurzzeitig den nicht vorauszusehenden Tiefstand von 16 sh/t. Aber auch der Strompreis konnte vor allem durch betriebliche Maßnahmen — Verlegung des Güterverkehrs in die Nachtstunden — sowie durch günstigere Tarife, die seitens der Königlichen Wasserfallverwaltung eingeräumt wurden, von anfänglich 5 d/kWh drehstromseitig frei 6300 V-Sammelschienen der Umformerwerke auf 0,36 d im Mittel gesenkt werden. Weitere Ersparnisse brachte die Unterhaltung der elektrischen Fahrzeuge mit nur 2,3 d je Lokkm gegenüber 4,65 d beim Dampfbetrieb. Insgesamt verminderten sich die jährlichen Ausgaben nach einer Aufstellung aus dem Jahre 1929 um 87 000 £ für Zugförderung und um 25 300 £ für Unterhaltung, so daß eine ausreichende Verzinsung des Anlagekapitals auch heute gesichert ist.

Der Anstoß zur weiteren Elektrisierung war gegeben, als für den steigenden Verkehr und die höheren Anhängelasten neue Dampflokomotiv-Bauarten erforderlich waren. In den Jahren 1929 und 1930 angestellte Untersuchungen zeigten jedoch, daß dieses Ziel einfacher mit Umstellung weiterer Hauptstrecken auf elektrischen Betrieb erreicht werden konnte. Die Wahl fiel zunächst auf die wichtige Strecke Stockholm—Malmö mit ihren Abzweigungen, wobei das frühere Stromversorgungsystem im Anschluß an das allgemeine Landesnetz beibehalten wurde. Durch Verhandlungen mit den in Frage kommenden stromliefernden Behörden konnte der mittlere Strompreis drehstromseitig auf 0,29 d/kWh herabgesetzt werden. Von der früheren Elektrisierung wurden die gleichen Lokomotivtypen und Fahrleitungsysteme übernommen, wodurch sich die Kosten für die gesamten Neueinrichtungen bis auf 3,85 Mill £ ermäßigen ließen. Für die 856 km lange Strecke entsprechend 1584 km auszurüstender Gleislänge verteilten sich diese laut Anschlag folgendermaßen:

Umspannwerke	330 000 £
Fahrleitungsanlagen	1 470 000 £
Lichtversorgungsleitungen, hochspannungsseitig	121 000 £
Änderungen der eisenbahnseitigen Fernsprech- und Fernmeldeanlagen	379 000 £
Änderungen der staatlichen Fernsprech- und Telegraphenleitungen	225 000 £
Änderungen der Beleuchtungsanlagen	67 000 £
Änderungen an Brücken und Signalen	55 000 £
Elektrische Fahrzeuge	1 033 000 £
Elektrische Zugbeleuchtung und Heizung	170 000 £

Diesen Aufwendungen würden nach der Vergleichsrechnung solche von insgesamt 0,99 Mill £ gegenüberstehen, wenn der Dampfbetrieb hätte entsprechend verbessert werden müssen, so daß die eigentlichen Kosten für die Umstellung auf elektrischen Betrieb nur mit 2,86 Mill £ zu beziffern sind.

Bei einem Verkehr von 8,64 Mill Zugkilometer ergeben sich durch die Elektrisierung nachstehende jährliche Ersparnisse an Betriebskosten:

[1]) Diese und sämtliche folgenden Angaben beziehen sich auf den Stand vor der Abwertung.

Digitized by Google

Verminderung des Personals	122 000	£
Lokomotivkohle (148 000 t) einschl. Fracht, Lagerung, Verladen	201 900	„
Verminderung der Schmier- und Wasserkosten sowie des Unterhalts der Lokomotivbehandlungsanlagen	17 600	„
Verminderung der Unterhaltungskosten der Lokomotiven	52 900	„
Verminderung der Stromkosten für Beleuchtungs- und Signalanlagen	9 900	„
Verminderung der Beschaffungskosten für Güterwagen	2 200	„
Verminderung der Unterhaltungskosten für Fernmeldeanlagen	5 500	„
Jährliche Einsparungen insgesamt	412 000	£
Demgegenüber steht ein Mehr von:		
Verzinsung (4,55% von 2,86 Mill £)	130 100	£
Stromkosten	149 200	„
Unterhaltung und Erneuerung der Stromverteilungsanlagen	63 900	„
zusammen	343 200	£

Der reine Gewinn beträgt danach also 68 800 £ jährlich.

Hierzu treten außerdem die nicht unbedingt zahlenmäßig erfaßbaren Vorteile der Elektrisierung, die sich z. B. auch auf soziales Gebiet — Bekämpfung der Arbeitslosigkeit — erstrecken oder in der Fahrzeitverkürzung zum Ausdruck kommen. Diese beträgt beispielsweise für die Schnellzüge der Strecke Stockholm—Malmö über 2 h.

Zunächst wird mit Elektrisierung der Strecken Stockholm—Ange und Malmö—Göteborg nebst Anschlußlinien, deren Betriebseröffnung spätestens 1936 zu erwarten ist, ein weiterer gewaltiger Schritt vorwärts getan sein[1]). Bei der für eine spätere Zeit geplanten Umstellung der anschließenden Strecken längs der schwedischen Westküste über Göteborg hinaus unter Einbeziehung des norwegischen Abschnitts bis Oslo wird sich dann auch eine Fahrzeiteinsparung zwischen Malmö und der norwegischen Hauptstadt von sogar 3 h 15 min ergeben.

Ohne die allgemeine Landeselektrizitätsversorgung, von der sie bei endgültigem Ausbau nur 4 % der Gesamterzeugung entnehmen wird, zu gefährden, hat die Bahnelektrisierung in dem an Arbeitsbeschaffung leidenden Lande wesentliche Arbeitsquellen neu erschlossen. (M. Cardon, Bull. Soc. franç. Électr. Bd. 3, S. 808.)

W. R.

Bergbau und Hütte.

Elektrisches Kernen. — Das elektrische Kernen beruht darauf, daß durch elektrische Messungen, die im Innern des noch nicht verrohrten Teiles einer Bohrung vorzunehmen sind, die lithologische Natur der verschiedenen durchteuften Schichten festgestellt und so ein geologischer Schnitt der Formationen erhalten wird. Das Verfahren kommt für alle Bohrungen auf mineralische Substanzen in Frage, wie Kohle, Erdöl, Erz, Wasser usw. Nach der augenblicklich angewandten Technik werden die Messungen in zwei Diagrammen aufgezeichnet, wovon das eine die Porosität des in verschiedenen Tiefen liegenden durchbohrten Gesteins, das andere seinen elektrischen Widerstand angibt. Nach diesen beiden physikalischen Parametern kann die Natur des Gesteins bestimmt werden. Wenn die Allgemeinbedingungen der Formationen in dem betr. Bezirk genügend bekannt sind, kann die geologische Deutung der beiden Diagramme mit der größten Genauigkeit durchgeführt werden, wie Bestimmung der Formationen, Korrelationen zwischen verschiedenen Bohrungen, Lokalisierung der Erdöl führenden Schicht und ihre Unterscheidung von Wasserhorizonten, Bestimmung der Endteufen der Sonden. Infolge der Kontinuität der Diagramme kann das Gebirge in der ganzen Bohrlochstrecke ununterbrochen durchforscht werden. Die Ausführung der Messungen über Tage erfolgt mit Registrierapparaten, die durch ein Kabel mit Elektroden verbunden sind. Die Elektroden werden in das Bohrloch gesenkt und, während sie auf- und abwärts bewegt werden, registriert man zu gleicher Zeit den Parameter des Widerstandes und den der Porosität. Für gewöhnlich werden drei Elektroden verwendet, die mit einem dreiadrigen Kabel verbunden sind, das gut isoliert und von größter Tragfähigkeit sein muß. Von Vorteil ist das Vorhandensein von Wasser oder Dickspülung, da es die elektrische Verbindung zwischen den Elektroden und dem die Wände des Bohrloches bildenden Gestein herstellt. In Trockenbohrungen hat man das Verfahren noch nicht angewendet. Die Aufzeichnungen der beiden Diagramme erfolgt in verhältnismäßig kurzer Zeit, z. B. bei einer Meßstrecke von 400 m in 1 h, wobei ein am Kabel angebrachter Teufenzeiger die jeweilige Teufe mit 1 % Genauigkeit angibt. Die an sich einfach erscheinenden obigen Ausführungen bergen in Wirklichkeit sehr verwickelte und sogar mathematische Probleme in sich. So ist der gemessene Widerstand in Wirklichkeit nicht der absolute spezifische Widerstand der betreffenden Schichten, sondern er ist ein Mittelfaktor, der als scheinbarer Widerstand nur durch verwickelte Rechnungen ermittelt werden kann. Dabei sind der Bohrlochdurchmesser, die Art der Spülung, die Mächtigkeit des Lagers usw. von großer Bedeutung. Auch ist die ermittelte Porosität nicht die absolute des betreffenden Gebirges, ausgedrückt als Prozentsatz der Poren im Verhältnis zum Volumen, sondern es ist ein Annäherungsfaktor, der mit der Elektro-Filtration und Elektro-Osmose zusammenhängt, die durch den Kontakt zwischen Spülung im Bohrloch und den porösen Schichten erzeugt werden.

Das elektrische Kernen kann noch durch Nebenverfahren ergänzt werden, wie die Messung der Temperatur der Spülung und die Bestimmung von Neigungen von Bohrlochachsen. Eine Ergänzung des Verfahrens bildet ferner ein elektrisch arbeitender Apparat, der Proben von den Bohrlochwänden zu nehmen vermag. (C. u. M. Schlumberger, Int. Z. Bohrtechn., Erdölbau u. Geologie 1934, S. 75.) *Sgm.*

Gebläse zum Reinigen von Bohrlöchern. — Auf einem Salzbergwerk ist zum Reinigen der Bohrlöcher ein elektrisch angetriebenes Gebläse Orka eingeführt worden, das sich sehr gut bewährt hat. Es hat ein Gewicht von 2,5 kg und besitzt Anschluß für das Bohrkabel. Das zeitraubende Reinigen der Bohrlöcher von Bohrmehl durch Kratzer oder längeren Leerlauf der Bohrmaschine kommt somit in Wegfall. Die Bohrlöcher sind in kürzester Zeit ausgeblasen, Ladehemmungen und Versager werden vermieden. (Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 81, S. 7.)

un.

Rückstrahler an Weichen und Wettertüröffnern. — Auf der Zeche Emscher Lippe im Bergrevier Ostrecklinghausen sind im Grubenbetrieb am Handkontakt für selbsttätige Weichen und selbsttätige Wettertüröffner Rückstrahler angebracht, die sich gut bewährt haben. Sie bestehen aus rotem Leuchtglas (80 mm Leuchtflächendurchmesser), eingefaßt in rotlackierter Aluminiumfassung, die bei Aufleuchten des Lichtstrahles aus großer Entfernung aufleuchten und den Fahrer rechtzeitig auf die Weichen und Wettertüren aufmerksam machen. Beim Vorbeifahren bedient der Fahrer den Handkontakt, indem er ihn mit der Hand anschlägt und damit die Weichenstellung oder den Wettertüröffner betätigt. Da der Rückstrahler weithin sichtbar ist und früh die Aufmerksamkeit des Fahrers auf sich lenkt, wird eine Beschädigung der Wettertüren oder ein Überfahren der Weichen vermieden. (Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 81, S. 26.) *Sgm.*

Aus dem Jahresbericht 1933/34 des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen. — Der Gesamtanschlußwert der überwachten elektrischen Anlagen war 2 747 451 kW und ist damit um rd. 0,3 % gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Es entfallen auf die Stromerzeugung 645 159 kW bei cos φ 0,8, auf die Stromumformung 1 153 733 kW (über Tage 1 080 396 kW, unter Tage 73 337 kW), auf den Stromverbrauch 948 559 kW (über Tage 619 066 kW, unter Tage 329 493 kW). Der Anschlußwert der Stromerzeugung hat um 1,4 % abgenommen, während die Anschlußwerte der Stromumformung um 0,4 % und des Stromverbrauchs um 1,3 % zugenommen haben. Aus der Zunahme des Anschlußwertes der Stromverbraucher bei gleichzeitiger Abnahme des Anschlußwertes der Stromerzeuger wird auf einen vermehrten Bezug von Fremdstrom geschlossen. Die Elektrisierung der untertägigen Betriebe schreitet fort, da die Gesamtleistung der Transformatoren um 13 %, die der Motoren um 2,3 % gestiegen ist. Die Streckenlänge der elektrischen Fahrdrahtstreckenförderungen mit rd. 772 km und die Anzahl der Fahrdrahtlokomotiven mit 1054 Stück ist praktisch unverändert geblieben. Trotz zunehmender Elektrisierung der untertägigen Betriebe ist gegenüber dem Vorjahr die Gesamtzahl der Unfälle nicht gestiegen. Die Unfälle mit Todeserfolg sind erfreulicherweise zurückgegangen. Streuströme haben auch in diesem Jahre keine Unfälle herbeigeführt, was vor allen Dingen auf die an den elektrischen Fahrdrahtstreckenförderungen getroffenen Maßnahmen zurückzuführen ist. „Regeln für den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen in schlagwettergefährdeten Grubenräumen" wurden aufgestellt, die in der im Jahre 1933 erfolgten Neuausgabe der „Verhaltungsmaßregeln für den Umgang mit elektrischen Anlagen in Bergwerksbetrieben" als Abschnitt IV aufgenommen wurden. Um die Zechen in der Hauptsache selbst für die Sicherheit ihrer Betriebe sorgen zu lassen, hat der Minister für Wirtschaft und Arbeit neue Richtlinien für die Zulassung elektrischer Anlagen in schlagwettergefährdeten Grubenräumen im Ministerialblatt für Wirtschaft und Arbeit Nr. 8 vom 3. V. 1934 veröffentlicht. Vom VDE wurden Änderungen und Ergänzun-

[1]) S. a. ETZ 1934, S. 811 (Karte).

Digitized by Google

gen der „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebspannungen von 1000 V und darüber" herausgegeben. Auf den Wert der Neubearbeitung der „VDE-Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte", die am 1. I. 1934 in Kraft getreten ist, wird hingewiesen. Vorschriften über Meßgeräte und Wandler sind neu hinzugekommen. In Ergänzung der VDE-Errichtungsvorschriften zu Starkstromkabeln in Bergwerken unter Tage wurde eine besondere Prüfungsart der Brennbarkeit der Kabelumhüllung entwickelt. Ein besserer Schutz freiliegender Kabel vor dem Rosten könnte durch Umklöppeln der Kabel mit der Jute erreicht werden. Zur Herabsetzung der Funkenbildung am Fahrdraht der elektrischen Fahrdrahtstreckenförderungen wird die Aufhängung des Fahrdrahts an Querdrähten in immer größerem Umfange eingeführt, und wo dies nicht angängig ist, werden besondere Fahrdrahthalter verwendet. Ferner hat sich zur Funkenverminderung die Schmierung des Fahrdrahts mit Zylinderöl bei Benutzung besonderer Vorrichtung bewährt. Verbesserungen an Stromabnehmern haben die Funkenbildung herabgesetzt. Ergebnisse der Messungen der elektrischen Leitfähigkeit von Schienenstößen bestätigen immer wieder, daß eine allen Ansprüchen genügende elektrische Verbindung nur durch Schweißung erzielt werden kann. Sorgfältige Wartung und Pflege der Akkumulatorenbatterien haben dazu geführt, daß sich an Lokomotiven keine Explosionen mehr ereignet haben. An elektrischen Schachtsignalanlagen kommen immer wieder Störungen vor, die auf das Versagen von Relaiskontakten zurückzuführen sind; darum das Streben, relaislose Signalanlagen zu schaffen. Eine Lösung hierzu ist angegeben. Die aus wirtschaftlichen Gründen zu empfehlende laufende Überwachung der Lichtstärke der elektrischen Mannschaftsleuchten könne mit dem gewünschten Erfolg nur von den Zechen selbst durchgeführt werden. Dazu wurde ein einfach zu handhabendes Topfphotometer (DRP. a.) entwickelt, das nach dem Prinzip der Ulbrichtschen Kugel arbeitet. Um den Verlust an elektrischer Arbeit bei unbenutzten ortsfesten Leuchten zu vermindern, wurde eine Verbundleuchte ausgeführt, die auf die Wege zu und von der Arbeit als tragbare elektrische Mannschaftsleuchte, während der Arbeit dagegen als ortsfeste Leuchte mit preßluftgetriebenem Kleingenerator benutzt werden kann. Die Versuche zur Klarstellung der Vorgänge beim Zünden von Schlagwettern durch beschädigte Glühlampen elektrischer Mannschaftsleuchten haben ergeben, daß gasgefüllte Lampen einen gewissen Selbstschutz besitzen. Schaltvorrichtungen zum Schutz gegen Zündung haben nur dann Erfolg, wenn sie den Lampenstrom innerhalb 0,04 s nach Zubruchgehen der Lampe unterbrechen können. (Jahresbericht 1933/34 d. Vereins z. Überw. d. Kraftwirtsch. d. Ruhrz. Essen.) *Pge.*

Fernmeldetechnik.

Einheitsgeräte für Rundfunk-Entstörung. — Das einfachste und billigste und damit wichtigste Entstörungsmittel ist der Kondensator, welcher daher vielseitigste Anwendung findet[1]). Zwei Entstörungsverfahren sind zu unterscheiden:

1. Einbau des Störschutzkondensators in die neuen Geräte beim Hersteller.
2. Nachträgliche Anordnung der Störschutzmittel in die störende Anlage beim Verbraucher.

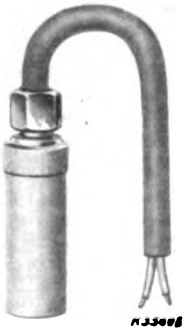


Abb. 5. Feuchtigkeitssicherer Einbau-Kondensator in allseitig verlötetem Rostschutzgehäuse.

Für das erste Verfahren werden in der Hauptsache sogenannte Einbauwickel in Isolierrohr verwendet, die allerdings nicht feuchtigkeitssicher sind. Wenn in dieser Beziehung besondere Ansprüche gestellt werden, so empfiehlt es sich, Feuchtraumkondensatoren in allseitig verlöteten Metallgehäusen zu wählen (Abb. 5). Das zweite Verfahren, die nachträgliche Entstörung von bereits im Betrieb befindlichen Maschinen und Apparaten, ist nicht immer leicht durchzuführen. Es erfordert Geschick und Sorgfalt bei der Auswahl und beim Einbau der Entstörungsmittel und setzt gut vorgebildetes Personal voraus.

[1]) Über Ausführung und Prüfung von Entstörungskondensatoren siehe Leitsätze VDE 0870/1933. ETZ 1933, S. 140, 484, 640.

Bei der Entstörung der Stadt Baden-Baden[1]), dem ersten groß angelegten Entstörungsversuch überhaupt, zeigte sich, welche Schwierigkeiten in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht bei einer allgemeinen Entstörung zu erwarten sind. Die bisher gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse führten zur Entwicklung von Einheits-Entstörungsgeräten, die sich von den bekannten Störschutzkondensatoren grundsätzlich unterscheiden und dadurch gekennzeichnet sind, daß sie in der Zuleitung zum Störer angeordnet werden. Die eine Bauart ist in der

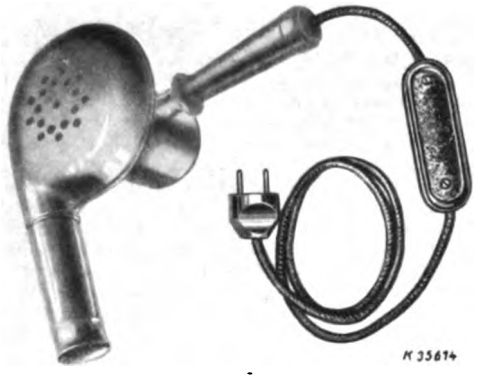


Abb. 6. Einheits-Entstörungsgerät in der Anschlußleitung eines Haartrockners.

Hauptsache für den Störer im Haushalt, im Büro und im Kleingewerbe bestimmt, kurz für alle ortsveränderlichen Geräte (Abb. 6). Eine andere Bauart kommt für die Entstörung ortsfester Maschinen und Apparate größerer Leistung sowie für die Entstörung ganzer Leitungsnetze in Frage (Abb. 7).

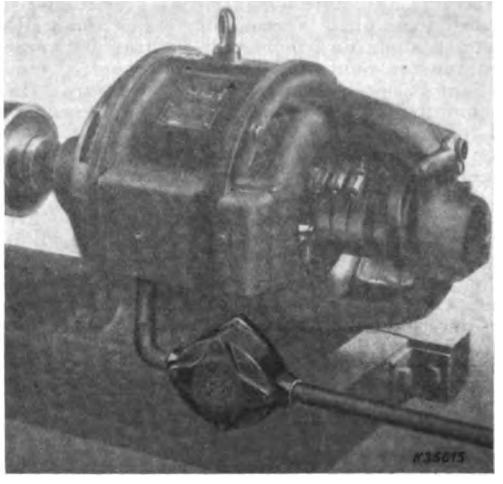


Abb. 7. Einheits-Entstörungsgerät in der Anschlußleitung einer Schleifringmaschine.

Die Ausführung der beiden Einheitsbauarten paßt sich dem normalen Installationsmaterial und allen Installationssystemen an und gewährleistet das Höchstmaß des überhaupt mit Kondensatoren erreichbaren Entstörungsgrades. Der Einbau ist einfach und schnell und mit geringem Kostenaufwand durchzuführen. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß man mit diesen beiden Einheitsbauarten praktisch die meisten Störfälle beseitigen kann. (AEG-Mitt. 1934, S. 258.) *f*

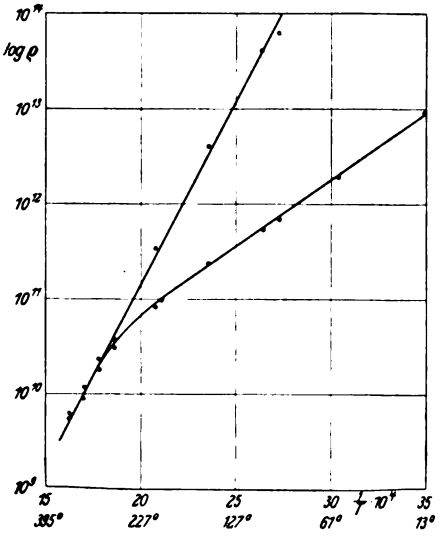
Physik und theoretische Elektrotechnik.

Dielektrische Verluste in Kristallen. — Es wurden experimentelle Untersuchungen ausgeführt, um dielektrische Verluste bei technischen sowie Radiofrequenzen in einer Reihe von Kristallen zu bestimmen. Untersucht wurden: Steinsalz, Kali-Glimmer, Quarz (senkrecht sowie parallel zur optischen Achse), Gips, Talk. Es wurde nachgewiesen, daß die Verluste in den obigen Kristallen der ohmschen Leitfähigkeit zuzuschreiben sind. In streng

[1]) ETZ 1934, S. 509.

Digitized by Google

symmetrischen Kristallen, wie z. B. Steinsalz, erwiesen sich die Verluste für Gleich- und Wechselstrom vollkommen übereinstimmend. In unsymmetrischen Kristallen (Glimmer, Quarz), in denen die Leitfähigkeit nach verschiedenen Richtungen verschieden ausfällt, unterscheiden sich die Leitfähigkeitswerte für Gleich- und Wechselstrom. Für Steinsalz stimmt die durch die Größe tg δ beurteilte Leitfähigkeit für Hoch- und Niederfrequenz mit derjenigen für Gleichstrom in einem weiten Temperaturbereich überein. Dies weist darauf hin, daß in dem untersuchten Stück, für Zeitdauern von $1 \cdot 10^{-6}$ s bis zu 1 min, kein Stromabfall stattfindet. In Kali-Glimmer werden die quantitativen dielektrischen Verluste bei hohen Temperaturen durch die Leitfähigkeit für Gleichstrom bestimmt. Zwischen 15 ° und 300 °, für eine Frequenz $f = 50$ Hz, verläuft die Temperaturänderung des Widerstandes nach dem Exponentialgesetz $\varrho_T = A\, e^{\alpha/T}$ (Abb. 8). Der Koeffizient α weist dabei verschiedene



• spezifischer Widerstand nach tg δ bei $f = 50$ Hz berechnet
○ spezifischer Widerstand bei Gleichstrom gemessen

Abb. 8. Abhängigkeit von der Temperatur des spez. Volumenwiderstandes für Glimmer.

Werte auf, je nachdem es sich um Wechsel- oder Gleichstrom handelt. Bei einer Temperatur von 15 ° bis 300 ° ist der Verlustwinkel für Radiofrequenz winzig klein und nicht über eine Minute groß. In Quarz ändern sich die dielektrischen Verluste mit der Temperatur ebenfalls gemäß einem Exponentialgesetz. Parallel zur Achse ergeben sich zusammenfallende Werte für den Gleichstromwiderstand und den aktiven Wechselstromwiderstand. Senkrecht zur Achse dagegen weichen die beiden Werte in einem weiten Temperaturbereich bedeutend auseinander. In rein amorphem Quarz fallen die Verluste für Gleich- und Wechselstrom ziemlich übereinstimmend aus. Der Widerstands-Temperaturkoeffizient für geschmolzenen Quarz übertrifft denjenigen für Quarzkristalle um das Zweifache, er ist 22 000. (Bogorodizky u. Malyschew, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 10, S. 644.)

Die dielektrischen Verluste von Isolierölen bei sehr hohen Frequenzen. — Um die Ursachen der dielektrischen Verluste von Ölen bei hohen Frequenzen zu bestimmen, werden diese Verluste bei Frequenzen von 10^4 bis 10^8 Hz in einem Differentialkalorimeter mit einer Genauigkeit von 2 % gemessen. Es zeigt sich, daß die Verluste nicht, wie bei niederfrequentem Wechselstrom, auf Inhomogenität und Leitfähigkeit zurückzuführen sind, sondern ausschließlich auf Dipolhysteresis. Die Kurven $\mathrm{tg}\,\delta = f(\lambda)$ für verschiedene Arten von Isolierölen zeigen dasselbe resonanzkurvenähnliche Maximum, das für reine Dipolsubstanzen charakteristisch ist. Des weiteren läßt sich durch Veränderung der Zähigkeit eine Verschiebung des Maximums erreichen, die wenigstens qualitativ der Debyeschen Theorie entspricht. Der Gedanke, aus den Verlusten bei Hochfrequenz einen Schluß auf die Durchschlagfestigkeit bei Niederfrequenz zu ziehen, läßt sich nicht durchführen, da Verunreinigungen (Ölsäure, Feuchtigkeit, Ruß), die die Durchschlagfestigkeit bei niederen Frequenzen stark erniedrigen, keinen Einfluß auf den Verlustwinkel bei Hochfrequenz haben. (H. Beck, Physik. Z. Bd. 34, S. 721.) *ue.*

Die elektrische Festigkeit flüssiger Isolierstoffe bei hohen Frequenzen. — Über die elektrische Festigkeit flüssiger Isolierstoffe liegen bisher bei hohen Frequenzen nur wenige Angaben im Falle gedämpfter Schwingungen vor. Zur Untersuchung mit ungedämpften hohen Frequenzen wird von W. Schlegelmilch ein Röhrengenerator mit angeschlossenen Teslaspulen verschiedener Eigenwelle benutzt. Die Frequenzen erstrecken sich von $4 \cdot 10^5$ bis $1{,}2 \cdot 10^7$ Hz. Die untersuchten Stoffe sind ein technisches, durch Filtration gereinigtes Öl und Xylol. Gemessen werden die Durchschlagspannung und der Verlustwinkel. Es ergibt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Hochfrequenz- und dem Niederfrequenzdurchschlag. Verunreinigungen, die bei Niederfrequenz die Durchschlagfestigkeit stark herabsetzen, haben geringen Einfluß auf den Hochfrequenzdurchschlag. Die Streuung der Werte läßt sich aber auch hier trotz weitgehender Reinigung nicht beseitigen. Die Durchschlagspannung in Abhängigkeit vom Elektrodenabstand nimmt bei kleinen Abständen stärker zu als bei großen. Sie ist durchweg geringer als bei Niederfrequenz. Die elektrische Festigkeit sinkt im untersuchten Gebiet mit steigender Frequenz. Bei Niederfrequenz ist das Umgekehrte der Fall. Die Temperaturabhängigkeit zeigt ein Maximum, das sich mit steigender Frequenz nach höheren Temperaturen verschiebt. Die Durchschlagspannung des Öls ist druckabhängig, und zwar bei tiefen Drucken stärker als bei höheren. Die Verluste steigen mit der Periodenzahl. Das bestätigt die Vermutung, daß Durchschlagfestigkeit und Verlustwinkel in umgekehrtem Verhältnis zueinander stehen. Der Durchbruch erfolgt meist nach einem schwachen Gasausbruch an den Elektroden mit gelber bis gelbgrüner Farbe. Bei höheren Drucken ist die starke Rußbildung gegenüber den Durchschlägen bei Niederfrequenz auffällig. Bei niederen Drucken tritt keine Rußbildung ein. Kurz vor der Durchschlagspannung beobachtet man eine starke Erwärmung der Flüssigkeiten und zwischen den Elektroden eine heftige nach oben gerichtete Wärmeströmung. Bei sehr niederem Druck erscheint, wenn die Spannung bis zur Durchschlagspannung gesteigert ist, zwischen den Elektroden ein schwach leuchtendes Bläschen. Dann treten noch mehrere hinzu, die sich immer schneller vermehren, bis schließlich nach einigen Sekunden der Durchschlag einsetzt. Von den Theorien, die für den niederfrequenten Durchschlag gelten, läßt sich keine auf den Hochfrequenzdurchschlag anwenden. Der Verfasser sucht ihn als reinen Wärmedurchschlag zu erklären. Infolge der dielektrischen Verluste erwärmt sich die Flüssigkeit an einer Stelle zwischen den Elektroden so stark, daß ihre Temperatur bis zum Siedepunkt steigt. Befindet sich in der Nähe ein Keim, so bildet sich ein Dampfbläschen, das bei Hinzutreten weiterer Blasen den Durchschlag ermöglicht. (W. Schlegelmilch, Physik. Z. Bd. 34, S. 497.) *Br.*

Nichtleitende Metallmodifikationen. — Das metallische Leitvermögen ist bekanntlich an das Vorhandensein freibeweglicher Elektronen und damit auch ortsgebundener positiver Ionen gebunden. Da ein nichtionisierter Metalldampf ein vollkommener Nichtleiter ist, müßte es bei Kondensation eines solchen Dampfes gelingen, nichtleitende Schichten zu erhalten, wenn die zur Kristallisation notwendige äußere Energiezufuhr vermieden wird. Dies gelang J. Kramer durch kathodische Zerstäubung mit kleiner Strömstärke und Spannung und bei genügend niedriger Temperatur. Oberhalb der Zimmertemperatur erhält man nichtleitende Modifikationen bei Antimon, Platin, Eisen und Nickel, bei Zink, Zinn und Kadmium erhält man sie durch Kühlung mit flüssiger Luft. Bei Silber, Kupfer und Wismut konnte eine solche Modifikation nicht hergestellt werden. Wird der anomalen Modifikation Energie in Form von Wärme zugeführt, so geben die Atome bei einer bestimmten Energie die Leitungselektronen ab, worauf sich das gewöhnliche Metall bildet. Der Übergang in die normale Modifikation geht bei einer bestimmten Temperatur vor sich. Die Umwandlungstemperaturen gibt die folgende Aufstellung in Kelvingraden:

Fe	Ni	Pt	Zn	Sn	Cd	Sb
440 °	336 °	510 °	133 °	180 °	150 °	446 ° K.

Röntgenspektren zeigen, daß die Schicht vor der Umwandlung amorph, nachher kristallin ist. Bei der Umwandlung erfahren die meisten Eigenschaften einen starken Sprung. Die Leitfähigkeit, die in erster Linie untersucht wurde,

Digitized by Google

springt bei Antimon auf das 100 000fache. Der Temperaturkoeffizient des Widerstandes ist beim amorphen Metall groß und negativ. Durch Belichten konnte eine Zunahme der Leitfähigkeit bei Eisen, Nickel und Antimon erhalten werden. Die Höhe der Umwandlungstemperatur T und die Leitfähigkeit σ des normalen Metalls hängen durch die Gleichung zusammen:

$$\sigma = \frac{C N^{2/3}}{T a^{2/3}}$$

Darin ist C eine Konstante, N eine ganze Zahl 1, 2 oder 3, a das Atomvolumen. Der Ausdruck lehnt sich an die Sommerfeldsche Leitfähigkeitsformel an; dann bedeutet N die Zahl der je Atom abgespaltenen Leitungselektronen. Beim Antimon muß, um die Gültigkeit der Formel aufrechtzuerhalten, $N = 2/3$ gesetzt werden. Beim Antimon käme also nicht auf jedes Atom wenigstens ein freies Elektron, eine Folgerung, die bereits aus anderen Erscheinungen (Leitfähigkeitsänderung beim Schmelzen, Röntgenspektrum) gezogen wurde. (J. Kramer, Ann. Physik Bd. 19, S. 37.) *Wba.*

Hochspannungstechnik.

Glimmentladung in Atmosphärendruck. — In einer früheren Arbeit haben Thoma und Heer gezeigt, daß stromstarke Glimmentladungen bei Atmosphärendruck möglich sind. Um den Unterschied dieser Entladungsform vom Lichtbogen und die Ähnlichkeit mit den Glimmentladungen bei niedrigem Druck klarzustellen, untersuchen sie die Abhängigkeit der Brennspannung der kathodischen Entladungsteile von der Stromstärke. Der Elektrodenabstand ist so gewählt, daß das Produkt aus Luftdruck und Elektrodenabstand konstant bleibt. Die Versuche zeigen die Gültigkeit des Ähnlichkeitsgesetzes bis zum Atmosphärendruck und die Stromunabhängigkeit des Kathodenfalls. Der Spannungsgradient der positiven Säule ist in einer derartigen Glimmentladung viel größer als bei einem entsprechenden Lichtbogen, bei welchem die thermische Ionisierung maßgebend ist, während diese hier nur eine nebensächliche Rolle spielt. Dies zeigt auch die spektrale Untersuchung; bei der Gleichstrom- wie bei der Wechselstromentladung fehlen die Linien der Elektrodenmetalle. Die oszillographische Untersuchung der Wechselstromentladung ergibt bei kleineren Stromstärken deutlich das längere Verweilen der Stromlinie auf dem Wert Null, wenn eine Halbwelle des Wechselstroms vorüber ist. Bei größeren Stromstärken verschwinden die Nulldurchgänge ganz allmählich, und der Strom wird schließlich fast sinusförmig. Der Übergang von der Glimmentladung zum Lichtbogen erfolgt also stetig. (H. Thoma und L. Heer, Z. techn. Physik Bd. 14, S. 385.) *ue.*

Vakuumentladungen mit innerer Hochspannungsquelle. — Mit wachsender Spannung zwingt die Rücksicht auf die Durchschlagfestigkeit der atmosphärischen Luft zu immer größeren Abmessungen der Apparate, die für viele Zwecke, z. B. zur Erzeugung von Röntgenstrahlen, sonst unnötig und unerwünscht sind. W. Kossel und A. Eckardt legen die Hochspannungsquelle daher in das Vakuum, in dem man mit mindestens der zehnfachen Durchbruchfeldstärke rechnen darf. Die Abmessungen und ebenso die aufzuwendende Leistung sinken dadurch auf den zehnten Teil. Gleichzeitig wird das Außenrohr seiner unzweckmäßigen Doppelrolle als Vakuumgefäß und als Hochspannungsisolator enthoben. Als einfachste und brauchbare Ausführung erweist sich ein im Vakuum aufgebautes Teslasystem, dessen Sekundärspule einen als Antikathode ausgebildeten Metallknopf trägt. Die Spule verteilt mit ihren Windungen das Spannungsgefälle von vornherein gleichmäßig über den Spulenkern, der Träger der Innenelektrode und einziger Hochspannungsisolator ist. Als Windungsträger wurde ein Gestell aus 9 mm starken Glasstäben in Form eines regelmäßigen Sechsecks benutzt. Die ebenfalls im Vakuum liegende Primärwindung bestand aus einer einzigen Schleife eines 5 mm starken Aluminiumdrahtes. Die Abmessungen der Spule waren: Etwa 35 cm Wicklungshöhe, 10 cm Dmr., 1 mm Windungsabstand. Lichte Weite der als Vakuumgefäß dienenden Glasglocke 19 cm. Das Hochspannungsfeld wurde von Glaswand und Außenluft durch ein geerdetes elektrostatisches Schutzgitter ferngehalten. Die Sekundärspule war unten geerdet und schwang also als Viertelwelle. Man gewinnt so mit einer Außenspannung bis zu 30 kV Röntgenstrahlen, deren Härte mehr als 300 kV entspricht. (W. Kossel und A. Eckardt, Ann. Physik Bd. 17, S. 543.) *Br.*

Abschirmung von eisenlosen Spulen durch Platten und geschlossene Gefäße. — Die in einer früheren Arbeit[1]) verwendete Näherungsmethode durch Zerlegung des abschirmenden Leiters in Einzelteile, in welchen eine gleichförmige Stromverteilung angenommen werden kann, wird auf endliche Kreisplatten und geschlossene, zur Spule symmetrisch liegende Gefäße (Hüllen) verwendet. Es zeigt sich, daß die Vergrößerung der Zusatzverluste und der Induktivitätsabnahme, die durch Anwesenheit der beiden Platten der Hülle verursacht wird, in den üblichen Fällen verhältnismäßig sehr klein ist (2 bis 7 % für die Verluste, 1 bis 6 % für die Induktivität), und daß kein bedeutender Fehler durch eine Abschätzung dieser Vergrößerung entstehen kann. Man gelangt in dieser Weise zu einer einfachen Näherungsberechnung, die darin besteht, daß man zuerst eine gleichförmige Stromverteilung im Zylinder der Hülle annimmt, die Zusatzverluste und die Induktivitätsabnahme für diesen Fall bestimmt, und die Vergrößerung der Verluste (der Induktivitätsabnahme), welche durch die axiale Stromverdrängung im Zylinder sowie durch die Einwirkung der Platten entsteht, durch Vergleich mit berechneten Fällen nachträglich in die Rechnung einführt. Die Berechnung für den Fall der gleichförmigen Stromverteilung im Zylinder ist elementar und benötigt nur die Kenntnis der Gegeninduktivität zwischen dem Zylinder und der Spule. (J. Hak, Hochfrequenztechn. Bd. 45, S. 14.) *Sb.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Korrosionstagung 1934. — Die am 20. XI. in Düsseldorf vom Verein deutscher Eisenhüttenleute, dem VDC, der Deutschen Ges. f. Metallkunde und dem VDI unter Vorsitz von O. Lindermayer veranstaltete Tagung war in Anbetracht des großen, in Gas- und Wasserrohren steckenden Volksvermögens dem Problem der Rohrkorrosion und des Rohrschutzes gewidmet. Der einleitende Vortrag von Carius, Essen, brachte eine Behandlung der Vorgänge beim chemischen Angriff der Werkstoffe unter besonderer Berücksichtigung des die Korrosion begünstigenden gleichzeitigen Einflusses von Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure. In der ersten Gruppe der folgenden Vorträge[2]) sprachen Steinrath und Klas, Düsseldorf, Eisenstecken, Dortmund, und Wunsch, Essen, über den Rostschutz im Boden verlegter, vorwiegend eiserner Rohrleitungen. Neuzeitliche Bitumen- und Teerüberzüge ohne und mit Jute oder Wollfilzpappe weisen gegenüber früheren Deckmitteln erhebliche Verbesserungen in bezug auf Zähigkeit und Dichtigkeit durch Zusatz von Beschwerungs- und Erweichungstoffen auf. Insbesondere wird durch sie die gefürchtete Gefahr örtlich beschränkter Angriffstellen wesentlich vermindert. Als weitere Schutzmaßnahmen, namentlich gegen Streuströme, werden Einbau von Widerstandsmuffen und Stromableitung auf metallischem Wege (Dränage) angegeben. Der weniger für Gas- als für Wasserrohre eine Rolle spielenden Korrosion auf der Rohrinnenseite kann durch Emailüberzug oder Einschleudern von Teer und Bitumen unter Vermeidung von Phenolauslösungen erreicht werden. In der zweiten Gruppe der Vorträge (Mengeringhausen, Berlin, Naumann, Berlin, Brandt, Blum und Tichy, Düsseldorf) wurde der Schutz von Heiz- und Warmwasseranlagen behandelt. Die Häufung der Zerstörungen in den letzten Jahren wird außer auf die starke Zunahme derartiger technischer Hauseinrichtungen auf Veränderungen der Wasserverhältnisse, Betriebsbedingungen und Bauart zurückgeführt. Während für Großanlagen schon bewährte Schutzverfahren in Anwendung sind, bedürfen die Schutzmaßnahmen für Einzelhäuser noch der Verbesserung, weniger bei Warmwasserheizungen, bei denen die Angriffstoffe im ständig umlaufenden Wasser ihre schädliche Wirkung verlieren, und bei Hochdruckdampf-Heizungen, deren Speisewasser durch Zusätze unschädlich gemacht werden kann, als für Niederdruckdampf-Heizungen, deren Niederschlagwasser aus Mangel an Salzen und infolge des Ansaugens von Sauerstoff und Kohlensäure durch die aus Sicherheitsgründen notwendigen Entlüftungsleitungen stark metallösend wirkt. Korrosionsfördernd sind übermäßige Temperatur, hoher Druck und Wirbelungen im Wasser bei ungleichmäßiger Strömung. Da diese Ursachen mit den Betriebsbedingungen mehr oder weniger verbunden sind, wird sich die Bekämpfung der Korrosion besonders auf Behandlung des Wassers, Wahl widerstandsfähiger Baustoffe oder neuer

[1]) Hochfrequenztechn. Bd. 43, S. 76. Vgl. ETZ 1933, S. 123 u. 152; ETZ 1935, S. 87.

[2]) Über den Druck der Einzelvorträge nebst Erörterungen gibt der Verein d. Eisenhüttenleute Auskunft.

Digitized by Google

Bauarten neben ständiger Überwachung der Anlagen richten müssen. Im Schlußvortrag faßte Schneider, Huckingen, die „Erkenntnisse und Forschungsaufgaben auf dem Gebiete des Korrosionsschutzes von Rohren" zusammen und forderte zu weiterer gemeinschaftlicher Arbeit der beteiligten Kreise auf. (Korrosionstagung 20. IX. in Düsseldorf.) *Bg.*

AUS LETZTER ZEIT.

25jähriges Jubiläum der T. H. Breslau. — Die T. H. Breslau kann in diesem Jahre ihr 25jähriges Jubiläum feiern. Aus diesem Anlaß finden am 6. und 7. VI. in Breslau besondere Feiern statt. Zur gleichen Zeit wird die Reichsgemeinschaft Technisch-Wissenschaftlicher Arbeit ihre diesjährige Tagung (vom 4. bis 8. VI.) in Breslau abhalten. Außerdem hat der Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen Dr. Todt angeordnet, daß zugleich der erste Tag der Deutschen Technik in Breslau stattfindet.

Die neuen Wechselstrom-Triebwagen der Reichsbahn. — Die mit Beginn des Sommerfahrplans in Betrieb zu nehmenden Wagen werden für eine Geschwindigkeit von 160 km/h gebaut. Die Besonderheit der Fahrzeuge liegt in der hohen Anfahrbeschleunigung. Sie erreichen in 80 s eine Geschwindigkeit von 120 km/h. Durch die Verkürzung der Fahrzeiten wird die 94 km lange Strecke Stuttgart—Ulm trotz bedeutender Steigungen in 60 min, die 242 km lange Strecke Stuttgart—München in 2½ h bewältigt. Die 28 in Auftrag gegebenen Wagen werden den Reichsbahndirektionen Stuttgart, München und Breslau zugeteilt.

Bildung eines Verbandes deutscher Schwachstromlampen-Fabrikanten. — Der Reichswirtschaftsminister hat durch Verordnung vom 11. III. 1935 45 Hersteller von Glühlampen bis zum 30. VI. 1940 zu dem Verband deutscher Schwachstromlampen-Fabrikanten zusammengeschlossen. Als Glühlampen gelten Leuchtmittel, bei denen der Glühkörper aus schwer schmelzbarem Metall besteht und durch elektrische Energie zum Leuchten gebracht wird. Bis zur Bildung der Verbandsvertretungen wird ein Vertrauensmann eingesetzt, der die Berechtigungsanteile für die Erzeugung der Verbandsmitglieder erstmalig regelt; er bestimmt auch den Zeitpunkt des Inkrafttretens der Kontingentierung.

Studentenhöchstziffern für die Großstadt-Hochschulen. — Der Reichsminister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung, Rust, hat für die Universitäten Berlin, Frankfurt, Hamburg, Köln, Leipzig, München, Münster und die Techn. Hochschulen Berlin, Dresden und München Studentenhöchstziffern festgelegt, die dazu beitragen sollen, die deutschen Studenten aus der Großstadt hinauszuführen in die kleinen und mittleren Hochschulstädte zu intensiver Arbeit und zu möglichst enger Verbindung zwischen Hochschullehrern und Studenten. Die Höchstziffern für die Techn. Hochschulen sind: Berlin 1800, München 1800, Dresden 1400. Diese Zahlen liegen rd. 10 % unter dem im S.-S. 1935 zu erwartenden Besuch. Die Verteilung innerhalb der Fakultäten erfolgt derart, daß 70 % der Zahlen des S.-S. 1934 erreicht werden dürfen. Härtefälle, z. B. ortsansässigen bedürftigen Studenten gegenüber, sollen vermieden werden. Ausländische Studierende sind in der Höchstzahl nicht einbegriffen.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Tauchsieder-Gebrauchsmuster mit zu geringer Erfindungshöhe. — Die vielverbreitete falsche Auffassung, daß ein Gebrauchsmuster nur eine Neuerung darstellt, verursacht immer wieder viel Schaden[1]), so daß die Kenntnis des hier veröffentlichten Auszuges eines Urteils des Landgerichts I, Berlin[2]), viel Nutzen bringen kann, denn dieser Auszug zeigt die Grenze an Erfindungshöhe, unter welche ein Gebrauchsmuster nicht gehen darf.

Tatbestand.

Bekannt war die wesentliche Form des Tauchsieders, und das Gericht hatte festzustellen, ob der Einbau eines an sich bekannten Heizstabes (calroad) in diesen Tauchsieder des Gebrauchsmusterschutzes würdig sei.

Aus den Gründen:

Schon vor der Anmeldung des Gebrauchsmusters waren .... Tauchsieder mit Stabheizkörpern bekannt. Allerdings . . . mit flachem Querschnitt. Nun kannte man bereits Stabheizkörper mit rundem Querschnitt und . . . wußte, daß diese runden Stabheizkörper . . . sich durch Biegen oder Pressen in jede beliebige Form bringen ließen. . .

Auf Grund dieses Standes der Technik lag es für jeden Fachmann nahe, auch Tauchsieder mit runden Stabheizkörpern zu versehen, wenn er die beim Trockenbetrieb auftretende Gefahr des Durchbrennens vermeiden wollte. Durch die Verwendung der bekannten runden Stabheizkörper für Tauchsieder, die man schon vor Anmeldung des Gebrauchsmusters mit Stabheizkörpern ausrüstete, ist kein technischer Fortschritt — geschweige denn ein Fortschritt von auch nur geringer erfinderischer Bedeutung — erzielt worden. Patentanwalt Dipl.-Ing. Stort, Berlin.

[1]) Vgl. ETZ 1933, S. 1030.
[2]) Vgl. Mitt. Kam. dtsch. Patentanw., 1933, H. 9.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

37. Mitgliederversammlung des VDE in Hamburg

vom 20. bis 23. Juni 1935.

Donnerstag, den 20. Juni:

9 h Vorstandssitzung
Rathaus, ehemaliges Fraktionszimmer.
10 h 30 m Vorstandsratsitzung
Rathaus, großer Sitzungssaal.
12 h 45 m Senatsempfang (Vorstand und Vorstandsrat)
Rathaus, Phönixsaal.
14 h 45 m Fachberichte
Techn. Staatslehranstalten.
20 h Begrüßungsabend (gegeben vom Gau Hansa)
Ratsweinkeller.

Freitag, den 21. Juni:

9 h Besichtigungen.
10 h 30 m Geschäftssitzung (Mitgliederversammlung)
Musikhalle, großer Saal
1. Begrüßung,
2. Jahresbericht,
3. Vorträge.
14 h 45 m Fachberichte
Techn. Staatslehranstalten.
20 h Gemeinsamer Abend mit Essen und Tanz
Hotel Atlantik.

Sonnabend, den 22. Juni:

9 h Besichtigungen.
9 h 45 m Fachberichte.
Techn. Staatslehranstalten.
15 h Hafenrundfahrt und Besichtigung eines Ozeandampfers.
21 h Abtrunk im Uhlenhorster Fährhaus.

Sonntag, den 23. Juni:

Gelegenheit zur Seefahrt nach Helgoland
zum Flug nach Kopenhagen
oder zur Teilnahme am Beginn der Derbywoche und bei genügender Beteiligung auch zur mehrtägigen Seefahrt nach England.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Digitized by Google

Ausschuß für Drähte und Kabel.

VDE 01810/1935.

Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen U.V.F.L.

Änderungen gegenüber Entwurf 1.

§ 4.
Beschaffenheit der Gummihülle.

Der zweite Satz von Absatz 2 erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Diese Alterungsprüfung ist an der Leitung ohne gummiertes Band bzw. ohne Bespinnung oder Beflechtung, aber mit dem Kupferleiter vorzunehmen."

§ 8.
LP (35).

Die Absätze 3 und 4 erhalten folgenden geänderten Wortlaut:

„Die Drähte müssen so beschaffen sein, daß 5 m lange Stücke in trockenem Zustand einer Wechselspannung von 800 V bei 50 Per/s 10 min lang widerstehen. Bei Prüfung von Einfachdrähten sind zwei 5 m lange Stücke zusammenzudrehen.

LP 35 mit Leitern von 0,6 mm Durchmesser darf nur als Schaltdraht in den Gestellen, Vielfachumschaltern usw. der Fernmeldeanlagen verwendet werden."

§ 9.
G (35).

Die Absätze 3 und 4 erhalten folgenden geänderten Wortlaut:

„G (35) mit einer Gummihülle von 0,6 mm Wanddicke müssen in trockenem Zustand einer Wechselspannung von 1000 V bei 50 Per/s 30 min lang widerstehen. Bei Prüfung von Einfachdrähten sind zwei 5 m lange Stücke zusammenzudrehen.

G (35) mit einer Gummihülle von 0,8 mm Wanddicke aufwärts müssen nach 24-stündigem Liegen unter Wasser von nicht mehr als 25 ° einer Wechselspannung von 2000 V bei 50 Per/s oder einer Gleichspannung von 2800 V 30 min lang widerstehen. Für die Gleichspannungsprüfung muß eine Stromquelle von mindestens 2 kW benutzt werden."

§ 10.
SB (35).

Im 3. Absatz wird das Wort „mindestens" gestrichen.

§ 12.
SBK (35).

Der Paragraph erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Die Adern entsprechen den Angaben in § 10, die Bespinnung der Adern braucht jedoch nicht getränkt zu sein. Der Aufbau der Kabelseele entspricht den Angaben in § 11."

§ 13.
GK (35).

In der fünften Zeile des 1. Absatzes muß vor beflochten eingefügt werden:

„besponnen oder".

Der letzte Absatz von Abschnitt b) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Die Adern in den Kabeln nach §§ 14, 15 und 17 müssen, am unverarbeiteten Kabel gemessen, einer Wechselspannung von 800 V bei 50 Per/s 15 min lang, die Adern in den Kabeln nach § 16 mit einer Gummihülle von 0,6 mm Wanddicke einer Wechselspannung von 1000 V bei 50 Per/s 30 min lang widerstehen. Für Wanddicken von 0,8 mm aufwärts gelten die Bestimmungen über eine Prüfung nach 24-stündigem Liegen unter Wasser nach § 9."

§ 16.
IMG (35).

Im letzten Satz von Absatz 3 wird das Wort „Isolation" in „Gummiisolation" geändert.

§ 17.
IPBM (35).

Der erste Absatz erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Die blanken oder verzinnten Leiter sind entweder mit zwei Lagen Zellulose, Papier oder gleichwertigem Stoff umhüllt und mit einer Lage Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser besponnen oder mit einer Lage Zellulose, Papier oder gleichwertigem Stoff umhüllt und mit zwei Lagen Baumwolle, Misch- oder Kunstfaser besponnen. Die Adern sind als Einzeladern, Adernpaare, Doppelpaare oder Sternvierer zum Kabelkern verseilt."

Bekanntmachung.

Ausschuß für Drähte und Kabel.

Der Ausschuß für Drähte und Kabel hat die Einsprüche zu dem in ETZ 1935, S. 138 u. ff. veröffentlichten Entwurf 1 zu

VDE 01810/1935 „Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen U.V.F.L."

durchberaten.

Die sich aus diesen Einsprüchen ergebenden sachlichen Änderungen werden nachstehend bekanntgegeben.

Die Umstell-Vorschriften sind vom Vorsitzenden des VDE mit Gültigkeit ab 1. April 1935 genehmigt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

Im Abschnitt II. Außenkabel wird die Fußnote in Tafel II „fällt bei drahtbewehrten Kabeln fort" geändert in:

„Zähflüssiger Compound fällt bei drahtbewehrten Kabeln fort."

Der Absatz vor § 19 erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Der Isolationswiderstand muß bei Kabeln mit trockener Papierisolation mindestens 1000 MΩ, bei allen übrigen Kabeln mindestens 100 MΩ für 1 km Länge bei 20 ° betragen (eine Ader gemessen gegen alle anderen und Bleimantel). Die Messung hat mit einer Spannung von 100 ··· 200 V zu erfolgen."

§ 19.
APM (35).

Der erste Satz im Absatz 1 erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Die Leiter sind mit einer oder mehreren Lagen Papier fest (feste Bespinnung) oder unter Bildung eines Hohlraumes zwischen Leiter und Isolierhülle besponnen (hohle Bespinnung)."

Ein neuer § 19 a) mit folgendem Wortlaut wird eingefügt:

„§ 19 a).
ALPM (35).

Aufbau der Kabelseele entspricht den Angaben in §§ 11 und 14."

Übersetzungen von VDE-Arbeiten.

Die Arbeit

VDE 0535/1930 Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R.E.B.

ist soeben bei der Verlagsabteilung des VDE in spanischer Sprache erschienen und von dort zum Preise von 1,40 RM (zuzüglich Porto) zu beziehen. VDE-Mitglieder erhalten auf diesen Preis einen Nachlaß von 10 %.

Von den kürzlich erschienenen fremdsprachigen Ausgaben ist zu gleichen Bezugsbedingungen lieferbar:

VDE 0414/1932 Regeln für Wandler R.E.W. in spanischer und englischer Sprache zu je 1,40 RM

und

VDE 0418/1932 Regeln für Elektrizitätszähler R.E.Z. in spanischer und englischer Sprache zu je 1,40 RM.

Bestellungen hierauf sind ebenfalls an die Verlagsabteilung des VDE zu richten.

Behördliche Kreuzungsvorschriften.

Die Verwaltungsvorschriften der Reichsbahn, Reichspost und Reichswasserstraßenverwaltung für Kreuzungen mit fremden Starkstromanlagen nach dem Stande am 1. Januar 1935 liegen nunmehr in einem gemeinsamen Sonderdruck vor, der von der Verlagsabteilung des VDE zum Preise von 0,60 RM zuzüglich Porto bezogen werden kann.

Digitized by Google

Aus dem Gau Danzig.

Am 11. II. 1935 hielt Herr Dipl.-Ing. von Zwehl im Gau Danzig einen Vortrag über „Neue Erkenntnisse über die Verwendungsmöglichkeit des Aluminiums in der Elektrotechnik".

Nach einem einleitenden Hinweis auf die volkswirtschaftliche Bedeutung der Anordnungen zur Verwendung einheimischer Metalle in der Elektrotechnik wird auf den Werkstoff Aluminium hingewiesen, der dank verschiedener Eigenschaften in der Elektrotechnik in zunehmendem Maße an die Stelle des Kupfers treten wird. Allerdings kann nur die eingehende Erkenntnis der besonderen Eigenschaften des Aluminiums fehlerhafte Verwendung und Mißerfolge vermeiden, wie sie sich früher infolge schlechten Ausgangsmaterials und überhasteter Umstellung gezeigt hatten. Im Freileitungsbau wird Aluminium schon seit vielen Jahren verwandt. Man ist auf dem besten Wege, die letzten Beanstandungen, wie die geringe Wetterbeständigkeit, Zugfestigkeit und Schwingungsfestigkeit, zu beheben; letzteres z. B. durch Verwendung der neuen sogenannten schwingungsfreien Seile. Der Übergang auf Kabel und Schaltanlagen mit Aluminiumleitern gestaltet sich einfach, wenn gewisse Unterschiede gegenüber Kupfer (Übergangswiderstand, geringe Lötfähigkeit) beachtet werden. Für Wicklungen von Motoren und Apparaten kann das geringe spezifische Gewicht von Vorteil werden. Versuche, die anderseits infolge des höheren Widerstandes in Aluminium gegenüber Kupfer notwendige Vergrößerung des Wickelraumes durch verbesserte Isolierstoffe zu verringern, sind im Gange. Hierbei dürfte die elektrische Oxydation des Aluminiums Vorteile bieten.

Aus dem Gau Niedersachsen.

Am 8. I. 1935 fand in der T. H. Hannover vor Mitgliedern des Elektrotechnischen Vereins ein Vortrag des Herrn Obering. Paetow über elektrische Bühnenbeleuchtung statt. Das Interesse für dieses Sondergebiet der Elektrotechnik war um so größer, als sich die Fachwelt nur selten damit beschäftigt. An Hand zahlreicher Lichtbilder gab der Vortragende einen Überblick über die geschichtliche Entwicklung des Lichtes auf der Bühne. Zuerst wurden Kerzen, später qualmende Öllampen, dann Argandbrenner und die hitzeentwickelnden, feuergefährlichen Gaslampen verwandt, bis man neuerdings zur wirtschaftlichen Hochdruck-Quecksilberlampe mit ihrer großen Leuchtkraft gelangte, die insbesondere für blaue Strahlen zum Belichten großer Rundhorizontflächen geeignet ist. Den zahlreich erschienenen Zuhörern wurde durch Erläuterung der neuesten Konstruktionen auf diesem Gebiet eine klare Übersicht insbesondere darüber gegeben, wie die Bühnenbeleuchtung durch die Elektrizität von einer bloßen nüchternen Lichtanlage zu einem nicht zu unterschätzenden Teil der künstlerischen Inszenierung geworden ist. Der Lichttechniker ist heute nicht mehr der Installateur von früher, sondern in Verbindung mit dem Architekten, dem Bühnentechniker und dem Inszenierungskünstler ein aufbauender Spezialist geworden.

Bekanntmachung.

Deutscher Ausschuß der CIGRE.

Betr. 8. Tagung der Internationalen Hochspannungs-Konferenz.

Unter Bezugnahme auf die in ETZ 1935, Heft 8, Seite 222 veröffentlichte Mitteilung wird hierdurch bekanntgegeben, daß die 8. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE) nicht vom 6. bis 15. Juni, sondern vom

27. Juni bis 6. Juli 1935

stattfinden wird.

Auskünfte über Einzelheiten, insbesondere betreffend die Teilnahme von Interessenten an der 8. Tagung der CIGRE, erteilt die Geschäftsstelle des DA der CIGRE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Deutscher Ausschuß der CIGRE.

Der Schriftführer:
gez.: Blendermann.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Aachen. 3. IV. (Mi), 20 h, T. H.: „Drei Jahrzehnte Installationsmaterial" (m. Lichtb.). Obering. Klement.

VDE, Gau Braunschweig. 8. IV. (Mo), 20 h 15 m, Hörs. Hochsp.-Inst.: „Die neueste Entwicklung der Hochspannungschalter". Dipl.-Ing. König.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 2. IV. (Di), 20 h, T. H., Hörs. 42: „Öllose Schalter". Obering. Mayr.

VDE, Gau Ostpreußen, Königsberg Pr. 1. IV. (Mo), 20 h, 1. Phys. Inst.: „Belebung der Elektro-Industrie durch neue Forschungsergebnisse". Dipl.-Ing. König.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Fr. Russ †.

Am 24. II. 1935 ist nach kurzer, schwerer Krankheit im Alter von erst 45 Jahren Obering. Emil Friedrich Russ in Köln gestorben. Schon im Jahre 1914 hat sich Russ mit dem Bau elektrischer Schmelzöfen, vor allem von Lichtbogenöfen für Stahl und Eisen befaßt, und 1918 entwickelte er seinen Lichtbogen-Trommelofen für Nichteisenmetalle. Er erwarb sich besondere Verdienste um die Einführung des elektrischen Metallschmelzofens in Deutschland überhaupt, um die Anwendung des Anschlusses an Drehstrom und ferner um die Verbreitung der elektrischen Warmbehandlung (Glühen, Vergüten usw.). Auf allen Gebieten der industriellen Elektrowärme hat Russ für die verschiedensten Industriezweige Jahr für Jahr neue Einrichtungen und Verfahren geschaffen. 46 deutsche, 41 ausländische Patente, zahlreiche Gebrauchsmuster und noch laufende Patentanmeldungen zeugen von seiner erfinderischen Arbeit. Drei Bücher über Elektrometallöfen, Elektrostahlöfen und die elektrische Warmbehandlung sowie zahlreiche Veröffentlichungen in Zeitschriften machten seinen Namen weiteren Kreisen bekannt. Um die Forschung auf seinem Gebiet zu fördern, hat Russ die Gründung der „Elektrothermischen Studiengesellschaft" (1932) angeregt, der er in seinem eigenen Betriebe zwei Versuchshallen zur Verfügung stellte.

E. Fr. Russ †.

So hat der nun Verstorbene 20 Jahre lang mit unermüdlicher Tatkraft und großem Weitblick seine ganze Person für das Gebiet der industriellen Elektrowärme eingesetzt und die Entwicklung so bahnbrechend vorwärtsgetrieben, daß er trotz seines frühen Todes bereits ein vollendetes Lebenswerk hinterläßt.

Digitized by Google

LITERATUR.

Besprechungen.

Flugfunkpeilwesen und Funknavigation. Ein Leitfaden f. Flugzeugführer, Funkbeamte u. Freunde d. Luftfahrt. Von R. Grötsch. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 62.) Mit 18 Abb. u. 84 S. in 8°. Verlag Deutsch-Literarisch. Inst. J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1934. Preis geh. 2,50 RM.

Neben den Landmarken bildeten Kompaß und Sextant lange Zeit hindurch die einzigen Hilfsmittel der Navigation. Sie wurden in letzter Zeit ergänzt durch den Kreiselkompaß und den Funkpeiler. Letzterer besteht bekanntlich entweder aus einem ungerichteten Sender und einem Richtempfänger (Rahmen) oder einem gerichteten Sender und einem ungerichteten Empfänger. Der Verfasser hat sich das Ziel gesetzt, das Funkpeilen in engere Verbindung zur Fliegerei zu bringen. Er vermeidet dabei sorgfältig schwierige Theorien und bringt nur das, was zum unmittelbaren Verständnis und für die Anwendung notwendig ist, z. T. in Form von ausführlichen Zahlentafeln. Das Büchlein ist leicht faßlich und wertvoll nicht nur für Flugzeugführer und Funkbeamte, sondern für alle Freunde der Luftfahrt, die eine Vorstellung von den Schwierigkeiten des Fliegens einerseits und den technischen Hilfsmitteln anderseits gewinnen wollen, wozu die überall eingefügten Aufgaben und Beispiele wirkungsvoll beitragen.

Karl Mühlbrett.

An introduction to physical science. Von C. W. Miller. Mit 187 Abb., XII u. 403 S. in gr. 8°. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, und Chapman & Hall, Ltd., London 1932. Preis geb. 18/6 s.

Die Entwicklung der Physik in den letzten Jahrzehnten zwingt den Hochschullehrer in einer zweisemestrigen Vorlesung für Physik den Stoff zu beschränken und eine derartige Auswahl zu treffen, daß auch für die neuesten Ergebnisse und Fragen Zeit zur Behandlung bleibt. Weil die Physik immer mehr in andere Wissensgebiete eingreift, ist eine derartige allgemeine Vorlesung von großem Wert. Die hierfür gewählte Stoffeinteilung ist im großen und ganzen die herkömmliche. Von den 38 Abschnitten sind 6 den neueren Problemen gewidmet. Von der Mathematik wird sparsamer Gebrauch gemacht. Der Inhalt geht über den deutscher Schulbücher kaum hinaus. E. Lübcke.

Technisches Rechnen. Eine Sammlung von Rechenregeln, Formeln u. Beisp. zum Gebrauch in Werkstatt, Büro u. Schule. Von Dr. phil. V. Happach. H. 52 der Werkstattbücher. Herausg. v. Dr.-Ing. E. Simon. Mit 66 Abb. i. Text u. 60 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis geh. 2 RM.

Dieses Heft enthält die für Werkstatt und Büro wichtigsten Rechenverfahren, Regeln und Formeln und erläutert sie an Hand zahlreicher Beispiele und Anwendungen. Es enthält in gedrängter, aber sehr übersichtlicher und ansprechender Form das meiste von dem, was der Durchschnittstechniker in seinem Beruf benötigt, und was er gewöhnlich trotz eingehender Beschäftigung mit den Rechenverfahren auf Schule und Fachschule (auch Hochschule) durchaus nicht immer gegenwärtig hat. Die großen Lehrbücher enthalten oft zu viel, die Nachschlagebücher oft zu wenig, und mancher behilft sich gerne mit seinen alten Schulbüchern. Deshalb wird ein solches Büchlein sehr willkommen sein. Der Bedeutung für die Praxis entsprechend ist den abgekürzten und den Näherungsverfahren, ganz besonders auch den graphischen Rechenverfahren (Nomogrammen) usw., ein verhältnismäßig breiter Raum gewidmet worden. Den Abschluß des Heftes bilden Anwendungsbeispiele aus der technischen Physik, besonders der Mechanik, Wärme- und Elektrizitätslehre, sowie der Optik. Die letzteren Kapitel sind für den Selbstunterricht begreiflicherweise zu knapp, aber zur Auffrischung verblaßter Kenntnisse für den vielbeschäftigten Betriebsmann wertvoll. Für den Facharbeiter oder Meister ist das Büchlein nicht bestimmt, dazu ist sein 60 Seiten umfassender Inhalt zu gedrängt, aber außer dem Techniker wird auch der Fachschüler und der junge Studierende ein solches kleines Kompendium sehr gut verwenden können.

Man merkt dem Verfasser, der als Landmesser tätig ist, an, daß er den Stoff beherrscht und nichts Unwesentliches dem Wesentlichen vorgezogen hat. Das Büchlein ist geschickt gearbeitet und geradezu reizvoll zu lesen. Es wird sogar von Mathematikern geschätzt.

B. Buxbaum.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften.

Werte in 1000 RM.

Die **fettgedruckten** Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1934,
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1933.

Name der Gesellschaft	I. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin (Vorjahr: ETZ 1934, S. 781)	II. Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin (Vorjahr: ETZ 1934, S. 335)	III. Siemens & Halske AG., Berlin (Vorjahr: ETZ 1934, S. 335)	IV. C. J. Vogel Draht- und Kabelwerke AG., Berlin (Vorjahr: ETZ 1934, S. 527)
Geschäftsjahr	Okt./Sept.	Okt./Sept.	Okt./Sept.	Okt./Sept.
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**108 285** / *112 903*	**63 133** / *64 178*	**43 803** / *44 581*	**3 723** / *3 992*
II. Beteiligungen	**101 411** / *105 039*	**26 546** / *29 363*	**149 318**[3] / *161 679*	**770** / *868*
III. Umlaufvermögen				
1. Vorräte	**53 992** / *39 952*	**51 422** / *32 213*	**26 506** / *17 295*	**1 669** / *1 239*
2. Effekten	**33 717** / *22 493*	**41 363** / *33 164*	**89 810** / *58 930*	**489** / *298*
3. Forderungen a) an abhängige und Konzerngesellschaften	**21 908** / *33 407*	**34 611** / *43 271*	**41 520** / *50 293*	**198** / *156*
b) an sonstige Schuldner	**42 676** / *57 120*	**58 347** / *57 970*	**82 460** / *90 148*	**1 715** / *1 608*
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	**32 107** / *36 790*	**29 199** / *31 475*	**29 904** / *56 454*	**1 210** / *814*
Summe III	**184 460** / *189 762*	**214 939** / *198 093*	**273 200** / *273 120*	**52 61** / *4 115*
1933/34 gegen Vorjahr in %	—2,7	+8,5	±0	+28
B. Passiva				
I. Grundkapital	**185 000** / *185 000*	**120 000** / *120 000*	**107 090** / *107 090*	**3 660** / *3 660*
II. Reservefonds	— / —	**16 800**[3] / *16 800*[3]	**123 340**[4] / *123 340*[4]	**576** / *576*
III. Unterstützungsfonds	**18 149** / *18 477*	**10 126** / *10 126*	**5 741** / *5 682*	— / —
IV. Rückstellungen	**41 235** / *48 611*	**26 228** / *27 893*	**27 907** / *35 628*	**941** / *181*
V. Wertberichtigungen	**4 000** / *4 000*	**6 835** / *2 931*	**12 104** / *9 866*	— / —
VI. Verbindlichkeiten				
1. Aus Hypotheken, Schuldverschreibungen, langfristig. Darlehen	**76 423** / *87 426*	**99 593** / *63 499*	**129 109** / *125 995*	**3 460** / *3 400*
2. gegenüber abhäng. und Konzerngesellschaften	**40 140** / *37 820*	**11 682** / *13 719*	**10 983** / *13 591*	**20** / *48*
3. Sonstige	**93 099** / *90 887*	**49 133** / *35 018*	**45 677** / *45 407*	**1 166** / *906*
Summe VI.	**209 662** / *216 133*	**121 708** / *112 236*	**176 769** / *184 993*	**4 586** / *4 354*
1933/34 gegen Vorjahr in %	—3	+7	—4,4	+5
Bilanzschlußzahl	**458 047** / *472 221*	**306 334** / *293 301*	**467 071** / *480 037*	**9 797** / *8 956*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	**6 413** / *5 307*	**11 158** / *7 067*	**6 547** / *4 575*	**293** / *145*
II. Soziale Abgaben	**4 590** / *3 284*	**5 678** / *4 562*	**4 735** / *3 620*	**132** / *99*
III. Abschreibungen	**26 816** / *39 494*	**1 014** / *2 225*	**4 077** / *3 496*	**613** / *273*
IV. Jahresreingewinn	—[1] / —	**1 323** / —	**6 864** / *6 141*	**286** / *150*
V. Dividende	— / —	— / —	7% / 7%	6% / 4%
VI. Jahresreinverlust	—[1] / *26 523*	— / —	— / —	— / —

Aus den Geschäftsberichten für 1933/34.

Zu I. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.

Anmerkung:

[1]) Die Gewinn- und Verlustrechnung des Berichtsjahres war ausgeglichen. Aus den Vorjahren wurde der Verlustvortrag in Höhe von 57 180 600 RM auf neue Rechnung vorgetragen.

Im Geschäftsjahr wurde ein Umsatz von 234 Mill RM gegen 180 Mill RM im Vorjahre erzielt. Der Auftragsbestand, mit dem in das neue Geschäftsjahr eingetreten wurde, konnte gegenüber dem Vorjahr noch gesteigert

Digitized by Google

werden. Der Umsatz im Auslandsgeschäft ist gegenüber 1932/33 zurückgegangen, jedoch hat der Auftragseingang im Berichtsjahr trotz des fast völligen Ausfalls des Rußlandgeschäftes annähernd auf Vorjahrshöhe gehalten werden können. Die Finanzlage der Gesellschaft hat sich dadurch verbessert, daß der Stand der Valutaverpflichtungen weiter gesenkt werden konnte. Den Zeitpunkt für die finanzielle Reorganisation hält die Verwaltung nicht zuletzt im Hinblick auf die Unsicherheit der Wirtschafts- und Währungsverhältnisse im Auslande auch jetzt noch nicht für gekommen.

Aus dem Fabrikationsgebiet ist eine wesentliche Steigerung in der Herstellung von Dampfturbinen bemerkenswert. Auf öllose Druckgasschalter gaben öffentliche Kraftwerke und die Industrie umfangreiche Bestellungen. Die zunehmende Verwertung der Elektrowärme in der Industrie brachte auf den verschiedensten Anwendungsgebieten in steigendem Maße belangreiche Aufträge. Für In- und Ausland wurden größere Fernsteuer- und Meldeanlagen fertiggestellt bzw. in Auftrag genommen. Freileitungen für 50 000 und 60 000 V sind errichtet worden. Die Verwendung von Kupfer für Freileitungen konnte ohne Beeinträchtigung der Leistung und Betriebsicherheit bedeutend eingeschränkt werden. Eine lebhafte Bautätigkeit wurde auf dem Gebiet der dieselelektrischen Triebwagen entwickelt.

Von den Beteiligungen wird u. a. berichtet, daß die Klangfilm-Gesellschaft die großen deutschen und einige ausländische Unternehmungen mit neuen Aufnahmeapparaturen ausgerüstet hat. Der Standard Elektrizitätsgesellschaft überließ die AEG zur Vermeidung von Zuzahlungen ihren Besitz an Aktien kostenlos. Der Besitz an Aktien der Stahl- und Walzwerk Hennigsdorf A G. wurde im neuen Geschäftsjahr einer befreundeten Gesellschaft überlassen.

Zu II. Siemens-Schuckert Werke AG.

Anmerkung:

[2]) Außerdem Dispositionsfonds in Höhe von 3 313 528 RM.

Der verrechnete Umsatz ist gestiegen. Die Zunahme entfällt jedoch ganz auf das Inlandsgeschäft, das in erster Linie infolge der Steigerung der Aufträge aus der mittleren Industrie und aus kleineren Betrieben und infolge eines vermehrten Auftragseinganges aus dem allgemeinen Verkaufsgeschäft belebt war. Die Ausfuhr konnte wertmäßig trotz schlechter Preise etwa auf der gleichen Höhe des Vorjahres gehalten werden. Eine Zunahme der Ausfuhr hat nach den Ländern in Übersee, eine Abnahme nach den europäischen Ländern stattgefunden. Insbesondere das Geschäft mit Rußland kam fast völlig zum Stillstand.

Auf dem Arbeitsgebiet der Abteilung Zentralen ist das Geschäft auch in diesem Jahr noch als wenig befriedigend anzusehen. Das Geschäft in Schaltanlagen in Verbindung mit Expansionsschaltern konnte gesteigert werden. Der Absatz von Dampfturbosätzen war gegenüber dem Vorjahr belebt. Der Abteilung Bahnen brachte das Beschäftigungsprogramm der Deutschen Reichsbahn Neuaufträge. Interessant ist die erstmalige Ausführung eines fahrbaren Umspannwerkes für 100 000 V mit Fernsteuerung zum örtlichen Einsatz. Für Wechselstromtriebwagen wurden ebenfalls Aufträge erteilt. Die dieselelektrischen Fahrzeuge wurden weiter vervollkommnet; eine größere Anzahl von Eiltriebwagen erhielt die Gesellschaft in Auftrag. Das Geschäft der Abteilung Industrie ist durch eine rasche und starke Zunahme der Inlandsbestellungen gekennzeichnet. Die Elektrowärmeanwendung für industrielle Zwecke setzt sich immer mehr durch. In elektrischen Schiffsausrüstungen zeigte der Umsatz eine gute Zunahme. In den industriellen Hochspannungsanlagen fanden die Expansionsschalter eine breite Anwendung. Der gittergesteuerte Gleichrichter entwickelte sich immer mehr zu einem wichtigen Betriebsmittel der Starkstromtechnik.

Zu III. Siemens & Halske AG.

Anmerkungen:

[3]) Der Besitz an Kommanditanteilen der Osram G. m. b. H. wurde erhöht, ferner wurden Aktien der Heraeus-Vaccumschmelze AG. Hanau erworben. Kleinere Beteiligungen und die Vorzugsaktien der Gelsenkirchner Bergwerks AG. wurden abgegeben.

[4]) Außerdem Dispositionsfonds 4 412 145 RM.

Die weitere Steigerung des Absatzes blieb im wesentlichen auf das Inland beschränkt. Es ist der Gesellschaft aber auch gelungen, unter Opfern und großen Anstrengungen wertmäßig etwas mehr Auslandsaufträge hereinzuholen als im Vorjahre. Im abgelaufenen Geschäftsjahre hat S & H mit den ihr durch Mehrheitsbeteiligung angehörenden Gesellschaften aus ihrer Ausfuhr nach Befriedigung des eigenen Devisenbedarfs noch einen Überschuß im Gegenwert von mehr als 65 Mill RM erzielt.

In den Werken für Nachrichtentechnik zeigte sich im Fernsprechgeschäft gesteigerter Bedarf behördlicher und privater Stellen besonders im Inlande. In der Selbstanschlußtechnik wurden Anlagen für die Fernwahl entwickelt, durch die die vollselbsttätige Verbindung zwischen Teilnehmern verschiedener Netzgruppen ermöglicht wird. Die Entwicklung ist geeignet, den zwischenstaatlichen vollselbsttätigen Fernverkehr einzuleiten. Auf dem Telegraphengebiete wurde der Ausbau des deutschen öffentlichen Fernschreibnetzes fortgesetzt. In dem Werk für meßtechnische Apparate war das Inlandsgeschäft wesentlich besser als im Vorjahre. Abgesehen von Rußland konnte der Absatz im übrigen Auslande mengenmäßig gesteigert werden. Die Abteilung Elektrochemie lieferte bei wesentlicher Belebung ihres Geschäftes eine Reihe von Lichtbogen- und Hochfrequenzöfen nach dem In- und Auslande.

Von den Beteiligungen war die Osram G. m. b. H. in der Lage, ihre Gefolgschaft im letzten Geschäftsjahr um mehr als 3600 Personen zu erhöhen und den Absatz bei allerdings rückläufigem Auslandsgeschäft beträchtlich zu steigern. Bei der Vereinigte Eisenbahn Signalwerke G. m. b. H. hat das Arbeitsbeschaffungsprogramm der Reichsbahn die Beschäftigung erheblich gebessert. Die Zwietusch & Co. G. m. b. H. hat wiederum ein befriedigendes Ergebnis erzielt. Das Geschäft der Siemens Apparate und Maschinen G. m. b. H. hat sich gehoben. Die Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. erhielt aus dem Inland in stärkerem Maße Aufträge auf Sende- und Empfangsanlagen als im Vorjahre. Auch das Auslandsgeschäft ist mengenmäßig gestiegen.

Zu IV. C. J. Vogel Draht- und Kabelwerke AG.

Die Maßnahmen der Reichsregierung auf dem Gebiet der Arbeitsbeschaffung und die allgemeine Besserung der Wirtschaftslage haben bei der Gesellschaft eine bedeutende Umsatzsteigerung herbeigeführt, obgleich der Umfang des Auslandsgeschäftes trotz der hierfür aufgewandten Opfer nicht ganz die Höhe des Vorjahres erreichen konnte. Die Gesellschaft hat ihre Turiner Beteiligung an der „Fabricca Conduttori Elettrici Isolati“ bis auf einen unerheblichen Rest verkauft. *wt.*

Gewerbliche Betriebe und beschäftigte Personen der Elektrotechnik in den deutschen Ländern und preußischen Provinzen. — Weitere Ergebnisse der gewerblichen Betriebszählung vom Juni 1933[1]) gewähren einen Einblick in die geographische Verteilung der deutschen Gewerbebetriebe und ihre beschäftigten Personen. Die Verteilung der Elektrotechnik nach Ländern und Provinzen ergibt Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1.

Gebiet	Gewerbegruppe Elektrotechnik				
	Elektrofabrikation			Installation und Reparaturwerkstätten	
	Betriebe	Beschäftigte Personen		Betriebe	Beschäftigte Personen
			in %		
Deutsches Reich . .	2449	169 075	100	25 146	82 441
davon:					
Berlin	615	75 150	44,5	2 540	8 274
Bayern	257	14 847	8,8	2 880	8 353
Württemberg	174	13 294	7,8	1 128	3 718
Land Sachsen . . .	253	11 957	7,1	2 094	7 269
Rheinprovinz	209	11 927	7,0	3 254	11 191
Westfalen	166	9 547	5,3	1 501	4 750
Hessen-Nassau . . .	101	8 158	4,6	1 080	3 656
Baden	89	5 774	3,4	1 069	3 175
Brandenburg	37	4 724	2,8	1 078	3 377
Thüringen	296	4 345	2,6	497	1 602
Schlesien	17	1 828	1,7	1 514	5 759
Hannover	32	1 770	1,3	1 126	3 496
Hamburg	47	1 290	0,8	719	2 485
Schleswig-Holstein .	13	1 228	0,7	752	1 822
Braunschweig . . .	11	998	0,6	155	457
Hessen	28	820	0,5	484	1 456
Prov. Sachsen . . .	59	715	0,4	1 068	3 804

Den Zahlen liegen örtliche Betriebseinheiten zugrunde, d. h. alle räumlich für sich gelegenen Werksanlagen sind ohne Aufteilung des Personals nach dem Gesichtspunkt gleicher Fabrikation einzeln gezählt. Es ist also auch ein geringer Teil von Personen einbezogen, die nicht in der elektrotechnischen Fertigung tätig waren.

[1]) Wirtsch. u. Statist. 1934, H. 22.

Digitized by Google

Aus der Aufstellung ist zu ersehen, daß von den mit der Fabrikation elektrotechnischer Erzeugnisse in Industrie und Handwerk beschäftigten Personen rd. 45 % allein auf Berlin entfielen, das von jeher der Hauptsitz der deutschen elektrotechnischen Industrie ist. Eine Beziehung der Beschäftigten der Elektroindustrie zu den insgesamt im Sektor Industrie und Handwerk der Gewerbebetriebe der Reichshauptstadt am Stichtage der Zählung tätigen Personen in Höhe von rd. 622 000 würde eine unzutreffende Größenordnung ergeben, da in dieser Gesamtzahl Verbrauchsgüter herstellende Gewerbegruppen enthalten sind, wie das Bekleidungs- oder Nahrungsmittelgewerbe mit rd. 121 000 bzw. 86 000 Personen, die von der im Juni 1933 erst wenig gemilderten Krise bei weitem nicht mit der gleichen Schwere getroffen worden waren wie die Industrie und insbesondere die Erzeugungsmittel herstellenden Gruppen. Gerade von der in Berlin ansässigen Elektroindustrie zählen große Teile hierzu. Hinzu kommt der jahreszeitliche Tiefstand der Erzeugung einiger anderer in Berlin stark vertretener Zweige der Elektrotechnik, wie Radio-, Glühlampen-, Elementeindustrie, so daß aus diesen beiden Gründen die Zahl der Beschäftigten der Elektroindustrie der Reichshauptstadt besonders niedrig war.

Dagegen ist ein Vergleich mit den anderen erzeugenden Industriegruppen Berlins angebracht. Hier ergibt sich, daß die Elektroindustrie mit ihren 75 150 in der Herstellung tätigen Personen bei weitem an der Spitze steht. Als zweitstärkste Industriegruppe Berlins folgt der Maschinenbau mit 41 500 Beschäftigten erst in weitem Abstand; auf die chemische Industrie entfielen 17 500 Personen, auf die Textilindustrie 10 900, auf die Papierindustrie 10 519.

Mit 8,8 % aller in der Elektroindustrie Beschäftigten folgt als zweitwichtigster Sitz Bayern. Nimmt man noch Württemberg, Land Sachsen und die Rheinprovinz hinzu, so umfassen diese fünf Gebiete bereits 75,4 % aller in der Elektroindustrie tätigen Personen. Auch in diesen Ländern und Provinzen ist die Elektroindustrie vorwiegend in den großen Städten und ihrer unmittelbaren Nachbarschaft, in Nürnberg, Stuttgart, Dresden und Köln anzutreffen. Als weitere Hauptsitze treten noch Mannheim und Frankfurt a. M. hinzu. Es ist das besondere Kennzeichen der regionalen Verteilung der Elektroindustrie, daß sie in starker Zusammenballung überwiegend in wenigen Großstädten anzutreffen ist.

Es gibt größere deutsche Gebietsteile, in denen die Elektroindustrie zum Unterschied vom standortsmäßig weit mehr dezentralisierten Maschinen- und Apparatebau fast gar nicht vertreten ist, wie in Ostpreußen, Posen-Westpreußen, Pommern, Mecklenburg und Anhalt.

Von den insgesamt in der Gewerbegruppe Elektroindustrie gezählten Personen entfielen mit 82 441 etwas weniger als ein Drittel auf Installation, Reparaturwerkstätten und technische Büros. Dabei überwiegt in dieser Zahl das Installateurgewerbe bei weitem. Entsprechend der weiten Ausbreitung der Elektrizität in Stadt und Land sind auch die für elektrische Installationen und Instandhaltung elektrischer Anlagen gewerblich tätigen Personen über das ganze Reichsgebiet verbreitet. *wt.*

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]). — Die Einfuhr ist im Dezember 1934 um 0,924 Mill RM[2]) (32 %) gegen den entsprechenden Monat des Vorjahrs gewachsen, und zwar besonders bei Rundfunkvorrichtungen, Leuchten und elektrotechnischen Kohlen, während der Import von Glühlampen sowie von Elektromotoren (ohne solche für Bahnen) abgenommen hat. Auch diesmal stehen die V. S. Amerika unter den Lieferanten von Waren und Apparaten an erster Stelle. Die Ausfuhr zeigt eine Erhöhung um 3,303 Mill RM (fast 30 %), die alle Erzeugnisgruppen mit Ausnahme von Unterseekabeln, gewissen Radioteilen und Instrumenten umfaßte und sich vorwiegend bei isolierten Leitungen, Schwachstromapparaten, Elektromotoren sowie Schaltvorrichtungen geltend machte. Beachtlich stärker waren die Verschiffungen von Waren nach Südafrika, Indien, teilweise auch nach Europa (Italien), wenn man von Dänemark absieht.

Erzeugnisse	Einfuhr in Mill RM		Ausfuhr in Mill RM	
	1934	1933	1934	1933
	Dezember			
Maschinen	0,453	0,419	4,265	2,777
Waren und Apparate	3,350	2,460	10,117	8,302
	3,803	2,879	14,382	11,079

[1]) Nach Electr. Rev., Lond., Bd. 116, S. 117. Vgl. ETZ 1934, S. 312.
[2]) Alle Umrechnungen zum Kurs 1 £ = 12,24 RM.

Das Ergebnis des ganzen Jahres 1934 muß als günstig bezeichnet werden, denn sowohl Ausfuhr als auch Einfuhr sind im Vergleich zu 1933, wie Zahlentafel 1 erkennen läßt, merklich gestiegen. Erstere um 24,145 Mill RM (21 %), ein Zuwachs, der hauptsächlich in den Monaten August bis Oktober erzielt wurde. Er betraf alle Erzeugnisse, ausgenommen Unterseekabel, Batterien sowie einzelne Maschinengruppen, und tritt besonders bei isolierten Leitungen, für die die Dominions und Kolonien starke Abnehmer waren, sodann bei Rundfunkfabrikaten, Glühlampen, Leuchten und Maschinen in Erscheinung. Ein Bild der Verteilung des englischen Elektroexports auf die verschiedenen Länder gibt die Zahlentafel 2; die Bezüge der Südafrikanischen Union sind, was Waren und Apparate betrifft, um 4,186, die Britisch-Indiens um 2,483, die Verschiffungen nach Australien um 4,227, nach Argentinien um 1,481 Mill RM gewachsen, dagegen ist der Absatz in Hongkong, Ägypten, Dänemark, Frankreich, Italien merklich gesunken. Der Verlauf der Maschinenausfuhr war gleichmäßiger, hat sich seit September aber auch beträchtlich gehoben; die Lieferungen nach Südafrika zeigen eine Zunahme um 5,027 Mill RM, während anderseits die Versorgung Rußlands mit Elektromotoren und anderen Maschinen um 3,645 Mill RM gefallen ist. Für die Einfuhr, die insgesamt gegen 1933 eine Erhöhung um 8,716 Mill RM (25 %) aufweist, war der Februar, soweit Waren und Apparate in Betracht kommen, Beginn des Anstiegs, der dann mit Schwankungen weiter Bestand hatte. Er wirkte sich, Glühlampen, Batterien, Staubsauger ausgenommen, besonders bei Radiogerät — der Import von Empfängern ist um nahezu 100 % gestiegen —, technischen Kohlen, Leuchten, nicht näher bezeichneten Waren sowie bei Maschinen aus. Der Wert der Einfuhr letzterer hat in den einzelnen Monaten verhältnismäßig wenig geschwankt. *fm.*

Zahlentafel 1. Englands Elektroaußenhandel 1933/34 (in 1000 RM).

Erzeugnisse	Ausfuhr		Einfuhr	
	1934	1933	1934	1933
Unterseekabel	960	1 575	*)	*)
Isolierte Drähte und Kabel	25 456	18 182	2 774	2 742
Rundfunkvorrichtungen und Röhren	18 209	15 371	14 282	9 522
Telegraphen- und Telephonapparate	13 528	13 146	*)	*)
Elektrotechnische Kohlen	*)	*)	2 000	1 781
Glühlampen und Leuchten	11 151	8 944	6 457	5 896
Akkumulatoren und Batterien	8 701	8 847	78	92
Zähler und Meßinstrumente	3 695	3 165	3 604	3 508
Nicht näher bezeichnete Waren	16 546	12 736	8 266	6 315
Generatoren	7 978	6 261	*)	*)
Elektromotoren	12 084	9 735	2 254**)	1 633**)
Umformer, Transformatoren, Kontroller, Schaltvorrichtungen	18 670	14 539	*)	*)
Staubsauger	*)	*)	1 811	2 167
Andere elektrische Maschinen	1 389	1 730	1 997	1 151
Summe	138 376	114 231	43 523	34 807

*) Nicht besonders genannt.
**) Ohne Bahnmotoren.

Zahlentafel 2. Englands Elektroausfuhr 1933/34 nach Ländern (in 1000 RM).

Bestimmungsland	Waren u. Apparate		Maschinen	
	1934	1933	1934	1933
Europäische Länder	16 268	15 288	554	691
Südafrikanische Union	16 837	12 651	11 901	6 873
Britisch-Indien	13 116	10 633	7 343	5 860
Australien	11 044	6 817	2 387	2 081
Neuseeland	4 688	3 631	973	1 078
Kanada und andere britische Gebiete	11 489	10 340	6 491	4 165
Argentinien	3 305	1 824	317	651
Übriges Ausland	21 508	20 783	10 155	10 865
Summe	98 255	81 967	40 121	32 264

Neue Devisenbestimmungen. — Um die neuen wichtigen Devisenbestimmungen rasch und in einer den Bedürfnissen der Praxis entsprechenden Form zu vermitteln, hat die Reichsstelle für den Außenhandel zwei Sonderdrucke herausgegeben. 1. Devisengesetz, Durchführungsverordnung und Richtlinien vom 4. II. 1935, zusammen mit Runderlaß 22/35 D.St. (5/35 Ue.St.) zum Preise von 0,80 RM zuzüglich 0,15 RM Porto. 2. Runderlaß 7/34 Ue.St. zum Preise von 1 RM zuzüglich 0,08 RM Porto. Beide Drucke können von der Eildienst für amtliche und private Handelsnachrichten G. m. b. H., Berlin W 9, Potsdamer Straße 10/11 (Postscheckkonto Berlin 161 177) bezogen werden. —

Abschluß des Heftes: 22. März 1935.

Für die Schriftleitung (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 4. April 1935** **Heft 14**

Untersuchungen von Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen in Schweden mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen*).

(Mitteilung aus dem Institut für Hochspannungsforschung, Universität Upsala, Schweden.)

Von **Harald Norinder**, Upsala.

Übersicht. Zur Aufklärung der Entladungsverhältnisse bei Blitzen wurden in Schweden während der letzten Jahre oszillographische Untersuchungen vorgenommen. Hierfür wurde ein Kathodenoszillograph von besonderer Bauart verwandt. Insgesamt standen 450 Kathodenoszillogramme von Blitzentladungen im Umkreis von 20 km von der Station zur Verfügung. Die allgemeinen Entladungsformen des Blitzes und die Struktur der Teilentladungen konnten klargelegt werden. Kathodenoszillographische Aufnahmen an Rahmenantennen erlaubten die Bestimmung der Stromstärkeverhältnisse im Blitz. Insgesamt wurden hierfür 130 Oszillogramme aufgenommen. Ferner dienten die Untersuchungen auch der Klärung der atmosphärischen Rundfunkstörungen. Bis Februar 1935 wurden insgesamt ungefähr 13 000 atmosphärische Rundfunkstörungen kathodenoszillographisch aufgenommen. Das Material wurde untersucht in Hinsicht auf die Amplituden, die Dauer und die Formen der Störungen.

Seit einer Reihe von Jahren haben wir in Upsala versucht, die allgemeinen elektrischen Feldverhältnisse bei Gewittern zu bestimmen. Anfangs wurden die hierzu nötigen Arbeiten in einem Laboratorium in Upsala ausgeführt, das von den Kraftwerksbetrieben des schwedischen Staates unterhalten wurde. Deshalb befaßten sich unsere früheren Untersuchungen vorwiegend mit Messungen der Blitzüberspannungsverhältnisse bei Kraftleitungen. Schon 1925 waren wir in der Lage, solche Blitzüberspannungen mittels Kathodenoszillographen an einer Fernleitung unter voller Spannung zu registrieren. Eine Umgestaltung der Forschungsarbeit erfolgte im Jahre 1932, als dank einer reichen Schenkung von Ingenieur B. John F. Andersson, Stockholm, und der Unterstützung des schwedischen Staates ein Institut für Hochspannungsforschung an der Universität Upsala errichtet wurde. In diesem ging das früher der schwedischen Verwaltung der Wasserfälle gehörige elektrische Laboratorium für Gewitter- und Hochspannungsforschung auf. Infolge der Umgestaltung konnte die Forschungsarbeit auch auf andere Erscheinungen als Gewitterstörungen an Leitungen ausgedehnt werden. Zu solchen neuen Arbeitsaufgaben muß man auch die Untersuchungen über atmosphärische Rundfunkstörungen rechnen. Eine derartige Erweiterung des Arbeitsgebietes war übrigens durchaus natürlich. Wie sich noch zeigen wird, stehen die Untersuchungen der atmosphärischen Rundfunkstörungen physikalisch in sehr engem Zusammenhang zu unseren früheren Beobachtungen und Ergebnissen über die Blitzentladungsverhältnisse bei Gewitter.

Untersuchung von Blitzentladungen.

Für die Untersuchung der Blitzentladungen erwies sich der Kathodenstrahl-Oszillograph als am besten geeignetes Meßinstrument, und wir konnten ihn auf einfache Weise für diesen Zweck herrichten. Schon 1921 hatten wir mit gewöhnlichen Braunschen Röhren unsere ersten Beobachtungen gemacht, die uns zu dem notwendigen Aufbau führten. Bei diesen ersten Versuchen fügten wir bei den Kathodenröhren eine Sperrvorrichtung ein, die, wie sich später herausstellte, von größter Bedeutung war. Die äußere Anordnung zur Messung der Entladungsänderungen des Blitzes trafen wir auf Grund unserer früheren Messungen, bei denen wir unter anderem waagerechte Antennen benutzt hatten. Unter gewissen Voraussetzungen vermochten diese Antennen gut auf die Veränderungen im elektrischen Feld anzusprechen, die von Blitzentladungen ausgesandt wurden. Die hierbei geltenden Beziehungen ergeben sich unter Anlehnung an Abb. 1.

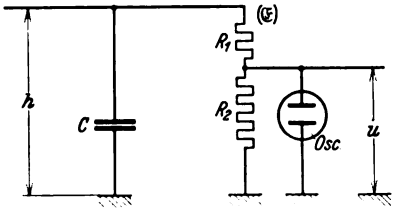


Abb. 1 Antennenkreis für Messungen von elektrischen Feldänderungen.

Bezeichnen wir für die Antenne mit $\mathfrak{E}$ die Feldstärke in V/m, h die Höhe in m, C die Kapazität in F, R_1 den Dämpfungswiderstand in Ω, R_2 den Meßwiderstand in Ω und mit u die vom Oszillographen aufgezeichnete Spannung in V, so gilt:

$$\frac{d\mathfrak{E}}{dt} = \frac{R_1+R_2}{h\,R_2}\left(\frac{du}{dt} + \frac{1}{(R_1+R_2)\,C}\,u\right) \qquad (1)$$

oder für $R_1 \ll R_2$, wobei dann $R_2 = R$ gesetzt wird,

$$\frac{d\mathfrak{E}}{dt} = \frac{1}{h}\left(\frac{du}{dt} + \frac{1}{RC}\,u\right). \qquad (2)$$

Bei kleinem R können wir im allgemeinen den ersten Summanden in der Klammer, weil er meistens auch klein gegen den zweiten wird, vernachlässigen und angenähert setzen:

$$\frac{d\mathfrak{E}}{dt} = \frac{1}{h\,R\,C}\,u \quad \text{oder} \quad \mathfrak{E} = \frac{1}{h\,R\,C}\int u\,dt. \qquad (3)$$

Diesen Fall bezeichnen wir als die $\frac{d\mathfrak{E}}{dt}$-Methode.

Bei großem R haben wir

$$\frac{d\mathfrak{E}}{dt} = \frac{1}{h}\,\frac{du}{dt} \quad \text{oder} \quad \mathfrak{E} = h\,u. \qquad (4)$$

Diesen Fall bezeichnen wir als die $\mathfrak{E}$-Methode.

Diese Annäherungen wird man sinngemäß vorsichtig anwenden und auf die beiden Ausdrücke $\frac{du}{dt}$ und $\frac{1}{RC}\,u$ bei der Auswertung der Oszillogramme Rücksicht nehmen müssen[1]). Das Verfahren gestattet eine Messung der durch eine Blitzentladung hervorgerufenen Veränderungen im elektrischen Feld, und es liegt nahe, ein gleichartiges Verfahren bei der Messung der Änderungen im magnetischen Feld des Blitzes anzuwenden. Solche Messungen sind auch ausgeführt worden.

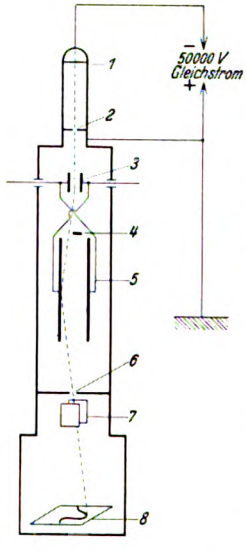
Schwierigkeiten bereiteten uns besonders einige Eigenschaften der Blitzentladungen, so der Umstand, daß man nie im voraus weiß, wann es zu einer Blitzentladung kommt; außerdem bestehen, wie sich gezeigt hat, die Blitze aus einer ganzen Reihe von Teilentladungen, zwischen denen verhältnismäßig größere Zeiträume ohne Entladungen liegen. Der ganze Entladungsvorgang erstreckte sich oft über eine Hundertstelsekunde und mehr. Anderseits traten bei den Teilentladungen Feldänderungen auf, die sehr schwierig zu erfassen waren und sich auch in ihrem Hauptverlauf während einiger weniger Mikrosekunden abspielten. Ein Kathodenoszillograph, der für Registrierun-

*) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 12. II. 1935. Die Besprechung folgt in einem späteren Heft.

[1]) Harald Norinder, J. Franklin Inst. Bd. 218 (1934), Nr. 6.

Digitized by Google

gen auf dem fraglichen Gebiet geeignet sein sollte, mußte deshalb große Anpassungsfähigkeit besitzen. Eine besondere Schwierigkeit bereitete die Verwendung der Filmschwärzung während der Expositionszeiten. Man mußte in Zeiträumen exponieren, die sehr lang waren im Vergleich mit der Dauer der an und für sich verwickelten Blitzentladungserscheinungen. Wir verwarfen jeden Gedanken, ein außerhalb des Oszillographen befindliches Elektronenröhrenrelais zu verwenden, welches den Elektronenstrahl während des Entladungsverlaufes in den in Expositionslage befindlichen Oszillographen wirft. Statt dessen bauten wir den Kathodenoszillographen in der folgenden, in Abb. 2 dargestellten Weise auf. Die wesentlichen Merkmale sind die Sperrelektrode und die Kreuzkopplung der Platten. Solange keine Spannung an den Ablenkplatten liegt, wird der Strahl von der Sperrelektrode absorbiert. Bei Auftreten einer Spannung wird der Elektronenstrahl an den Sperrplatten vorbei durch die Öffnung im Sperrschirm nach unten abgelenkt. Der Nachteil, daß die Registrierung in der Nähe der Nullage ausblieb, konnte bei geeigneter Einstellung der Ablenkempfindlichkeit ohne Schwierigkeiten vermieden werden. Auch lassen sich die Kurven in der Regel leicht im Gebiet des Nullüberganges interpolieren. Abb. 3 zeigt eine Gruppe unserer Oszillographen, die bei unseren Untersuchungen Anwendung fanden. Für unsere neueren Kathodenstrahl-Oszillographen wurde ein kleines bewegliches Hochspannungsgerät hergestellt, das in Abb. 4 wiedergegeben ist. Als sehr zweckmäßig erwies sich die Zuführung der Hochspannung an die Anode durch ein geerdetes und deshalb ungefährliches Hochspannungskabel.



1 Kathode
2 Anodenöffnung
3 u. 5 Ablenkplatten
4 Sperrelektrode
6 Schirmplatte
7 Leitkreisplatte
8 Film

Abb. 2. Die Absperr- und Kopplungskreise in den Kathodenstrahloszillographen.

Bei den Untersuchungen von Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen waren Aufzeichnungen über größere Zeitabschnitte unbedingt notwendig. Dies wurde in einfacher Weise so gelöst, daß man mit zwei Kathodenoszillographen arbeitete. Beide waren mit einem im Vakuum untergebrachten größeren Filmvorrat versehen. Nach Verbrauch des Filmvorrats in dem einen Oszillographen erfolgte die Aufzeichnung mit dem anderen. In der Zwischenzeit wurde der erste wieder mit einem unbelichteten Film geladen und anschließend neu ausgepumpt. Dieser Weg bewährte sich immer sehr gut. Gerade die Verwendung von einfachen und gleichartig aufgebauten Oszillographen macht das Aufstellen von zwei Geräten nicht kostspielig, um so mehr, als man viele Hilfsgeräte für beide Oszillographen gleichzeitig verwenden kann.

Als Zeitlinie haben wir entweder eine Sinusschwingung verwandt, die von einem abgestimmten Schwingungskreis erzeugt wurde, oder mit linearer Zeitablenkung gearbeitet, die ein entsprechend aufgebauter Röhrenkreis lieferte. Die Sinusform der Zeitlinie hat viele Vorzüge, besonders mit Rücksicht auf Eindeutigkeit. Für Vorgänge, deren Dauer man nicht im voraus kennt, ist sie sehr zweckmäßig, weil die über eine Sinuslinie geschriebenen Kurven sich sehr leicht und einwandfrei entzerren lassen. Grundsätzlich haben wir in all den Jahren, in denen wir die Oszillographen benutzt haben, nur in unwesentlichen äußeren Einzelheiten von dieser unserer ursprünglichen Einrichtung abweichen müssen.

Während der letzten Jahre haben wir nun ungefähr 450 Aufzeichnungen von Blitzentladungen mit Hilfe der Waagerechtantenne vorgenommen. Die Entladungen lagen bei diesen Messungen weniger als 20 km vom Beobachtungsort entfernt. Wir bezeichnen diese Gruppe als nahe Blitzentladungen. Von den kathodenoszillographischen Untersuchungen mit Rahmenantennen haben wir etwa 130 Einzeloszillogramme erhalten.

Das vorliegende Beobachtungsmaterial gibt grundsätzliche Aufschlüsse über den Blitzentladungsverlauf und kann auch Licht in die Fragen der atmosphärischen Rundfunkstörungen bringen. Ob ein Antennensystem auf die Entladungsvorgänge in einer Gewitterwolke anspricht, hängt von mehreren Umständen ab, vor allem von der Empfindlichkeit des Antennensystems in bezug auf Spannung und Zeit.

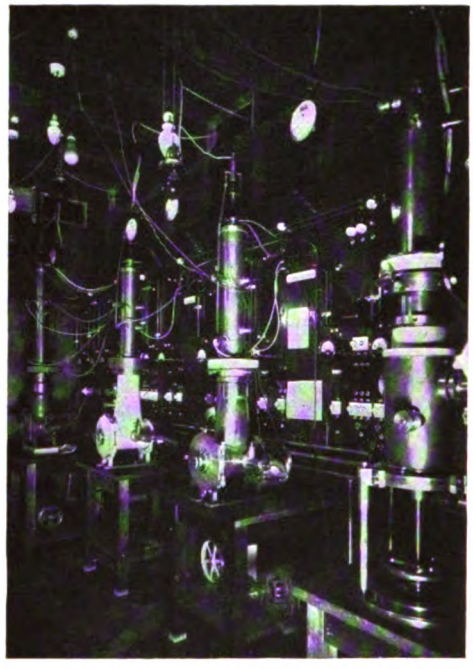


Abb. 3. Gruppe von Kathodenstrahl-Oszillographen, aufgestellt für die Blitzentladungsuntersuchungen.

Unsere ersten kathodenoszillographischen Untersuchungen über die Blitzentladungen ergaben, daß sich die Entladungen in der Regel über einen erheblichen Zeitraum erstreckten. In gewissen Fällen konnte die Gesamtdauer eines Entladungsvorganges in einem gewöhnlichen Blitz

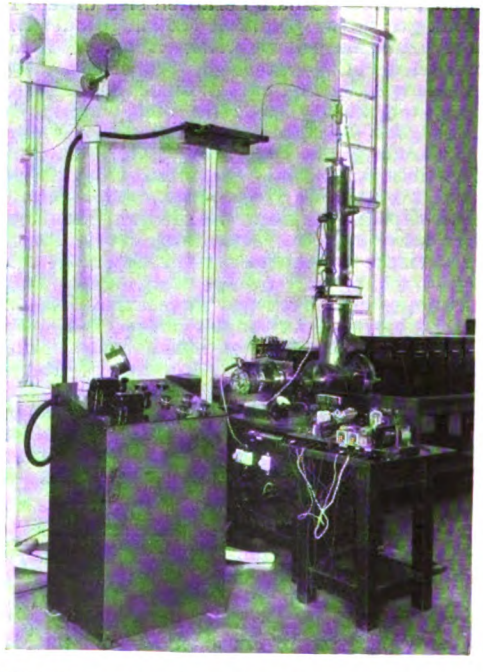


Abb. 4. Kathodenoszillograph mit beweglichem Hochspannungsgerät.

$^1/_{100}$ s oder mehr betragen. Hierbei sind die Glimmentladungen nicht mitgerechnet. Eine wichtige Feststellung machten wir im Widerspruch zu anderen Stellen schon von Anfang an, daß nämlich die Blitzentladungen gleichgerichtet und nicht schwingend verlaufen, wie von manchen Seiten zunächst als selbstverständlich angenommen wor-

Digitized by Google

den war. Nach unseren Untersuchungen weist die Blitzentladung in Ausnahmefällen eine dem eigentlichen Vorgang überlagerte Schwingung mit verhältnismäßig kleiner Amplitude auf, die unter gewissen Voraussetzungen besondere Arten von atmosphärischen Rundfunkstörungen verursachen kann.

In Abb. 5 a und b werden einige Oszillogramme wiedergegeben, die von unseren Untersuchungen stammen und den Blitzentladungsvorgang, wie wir ihn festgestellt haben, veranschaulichen sollen. Der Deutlichkeit wegen sind die erwähnten Oszillogramme langsam geschrieben worden.

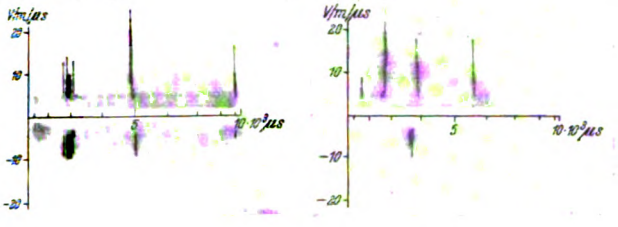


Abb. 5. Kathodenoszillogramme von Blitzentladungen mit langsamer Zeitschreibung.

Aus dem uns vorliegenden Untersuchungsmaterial ergibt sich als ein wichtiges Ergebnis, daß ein sogenannter Blitz aus einer Reihe aufeinander folgender Entladungen besteht, wie früher[2]) auf photographischem Wege mit rotierender Kamera festgestellt worden ist. Abb. 6 a und b

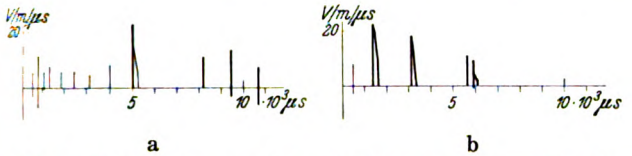


Abb. 6. Oszillogramme von Blitzentladungen, aufeinander folgende Teilentladungen zeigend.

zeigt einige unserer Blitzentladungs-Oszillogramme, zur besseren Veranschaulichung in linearem Zeitmaßstab. Diese Entladungen stammen von senkrechten Blitzen, sind also Entladungen zwischen Wolken und Erde. Sie sind fast ausnahmslos einsinnig gerichtet. Im Hinblick auf den Abstand zwischen dem Meßpunkt und dem Entladungsgebiet war dies auch zu erwarten. Die Stromstärken der aufeinanderfolgenden Teilentladungen sind natürlich voneinander sehr verschieden.

Die geringe Schreibgeschwindigkeit gestattet nicht, Einzelheiten bei den Entladungen festzustellen. Wir haben deshalb Oszillogramme mit etwa tausendmal rascherer Zeitschreibung aufgenommen. Als Beispiel bringen wir Abb. 7 a und b. Um Ordnung in den Wirrwarr von Kurven zu bringen, der durch derartige Oszillogramme geliefert wird, ist es zweckmäßig, über gleichzeitige Aufzeichnungen zu verfügen, bei denen eine bedeutend langsamere Schreibung neben der raschen stattfindet. Das Oszillogramm der Abb. 7 a zeigt insbesondere eine dem Hauptvorgang überlagerte Schwingung mit einer Wellenlänge zwischen 200 und 300 m. Diese Oszillogramme stellen übrigens $\frac{d\mathfrak{E}}{dt}$-Werte dar, und erst eine Integration ergibt die Feldstärkewerte $\mathfrak{E}$. Einige besonders sinnfällige Integrationswerte sind in Abb. 8 wiedergegeben.

Die Verteilung der Dauer und Polarität der verschiedenen auftretenden Entladungen ergibt sich aus der Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1.

Gesamtdauer der Entladungen in Mikrosekunden	über 300 µs	300 bis 200	200 bis 100	100 bis 50	50 bis 25	25 bis 15	15 bis 10
positive Polarität Anzahl	9	11	30	9	20	21	11
negativ. Polarität Anzahl	3	2	6	9	3	2	5

[2]) B. Walter, Über die Entstehungsweise des Blitzes. Jahrb. Hamburg. wiss. Anst. 20 (1903).
B. F. J. Schonland u. H. Collens, Proc. Roy Soc. Lond. Bd. 143 (1934

Die überwiegende Anzahl Teilentladungen mit positivem Zeichen beweist, daß die Ausgangsladung in den meisten Fällen negatives Vorzeichen gehabt hat.

Die durch die Blitzentladungen hervorgerufenen Änderungen im magnetischen Feld wurden auch gemessen. Hierfür bedienten wir uns der induzierenden

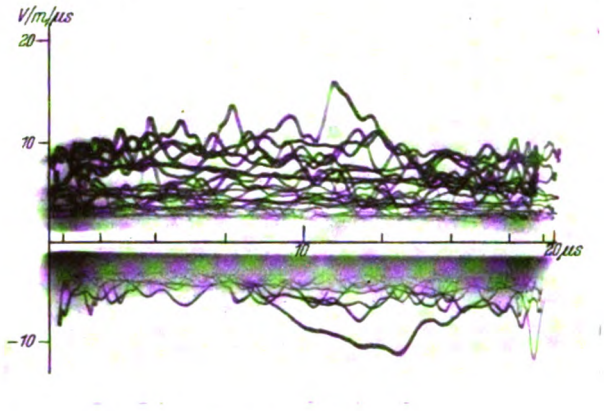


Abb. 7a. Blitzoszillogramme mit schneller Zeitschreibung, die eine überlagerte Hochfrequenz zeigen.

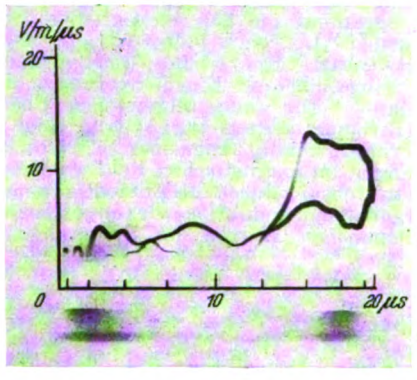


Abb. 7b. Blitzentladungsoszillogramm mit schneller Zeitschreibung.

Wirkung des magnetischen Feldes auf Spulen. Die Ergebnisse dieser Arbeit erscheinen in einigen Monaten. Hier soll deshalb nur kurz über die Messungen und die Ergebnisse berichtet werden. Wir benutzten bei diesen Untersuchungen sehr große Spulen mit waage-

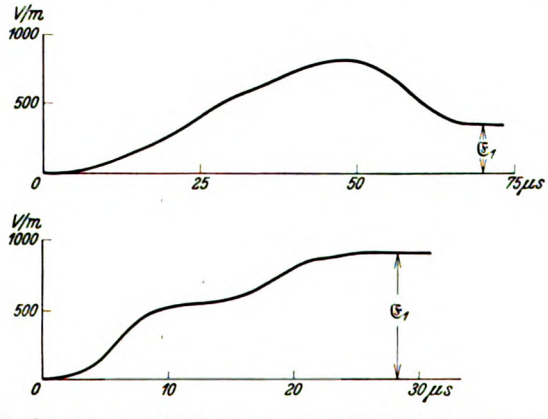


Abb. 8. Integrierte $d\mathfrak{E}/dt$-Kurven, welche die Feldstärkewerte zeigen.

rechter Achse. Die Eigenschwingungszeit betrug nur einige Mikrosekunden. Zu Beginn der Versuchte machte die Bemessung der Spulen gewisse Schwierigkeiten, die aber nach einigen Vorversuchen überwunden werden konnten. Die Messungen erfolgten so, daß wir zwei genau gleiche Spulen oder Rahmen im Freien in zwei zueinander senkrechten Vertikalebenen aufstellten. Jeder Rahmen war mit einem Oszillographen verbunden. In gewissen Fällen war ein dritter Oszillograph an eine gestreckte Waagerecht-

Digitized by Google

antenne angeschlossen, an der gleichzeitig die Änderungen des elektrischen Feldes aufgenommen wurden. Zu Beginn der Messungen wurden Oszillogramme gleichzeitig an beiden Rahmen aufgenommen. Während der Messungen stellte sich jedoch heraus, daß wir die Messungen in den meisten Fällen auf einen der beiden Rahmen beschränken konnten, wenn wir die Richtung des Blitzes mit genügender Genauigkeit vom Beobachtungsort aus bestimmen konnten.

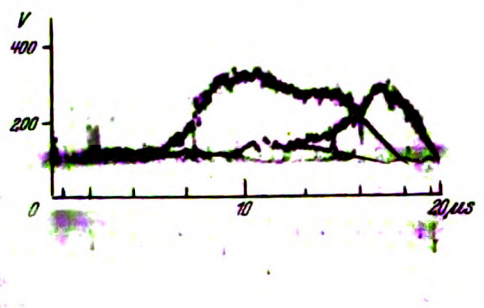


Abb. 9. Oszillogramme an einer Rahmenantenne zur Messung von Blitzstromstärken.

Wir beschränkten die Messungen auf senkrecht zum Erdboden verlaufende Blitze, deren Richtung und Abstand durch direkte Beobachtungen bestimmt wurde. Abb. 9 zeigt Oszillogramme, die bei solchen Messungen aufgenommen wurden. In Abb. 9 haben wir eine sehr schnelle Schreibung benutzt. Ein solches Oszillogramm ist nur für eine Ausmessung von Einzeländerungen der Stromstärke geeignet. Für einen allgemeinen Überblick von sämtlichen Stromentladungsvorgängen in einen Blitz muß man mit verhältnismäßig langsamer Schreibzeit arbeiten. Die Änderungen im magnetischen Feld wurden bei diesen Messungen mittels der durch die Blitzentladungen im Rahmen hervorgerufenen Induktionswirkungen bestimmt. Aus den aufgenommenen Werten der Spannungsänderungen im Rahmen konnte man unter gewissen Voraussetzungen die Stromstärken in den Blitzentladungen berechnen. Hierbei mußte man die Berechnungen natürlich mit einer gewissen Vorsicht ausführen und Annahmen hinsichtlich der Länge der Blitzbahn sowie der Abstandsfunktion für das Feld und für die Rückströme zugrunde legen. Bei den aus solchen Rahmenoszillogrammen unter den oben angegebenen Voraussetzungen berechneten Stromstärkewerten schätzen wir die Unsicherheit auf 10 bis 15 %.

Nach diesen Berechnungen liegen die am häufigsten vorkommenden Stromstärken zwischen 20 bis 40 bzw. 40 bis 60 kA. Werte von 100 bis 120 kA sind verhältnismäßig selten.

Aus den Messungen haben wir auch vorkommende Stromstärkeänderungen in Kiloampere je Mikrosekunde berechnet. Die häufigsten Werte lagen zwischen 3 und 6 kA je Mikrosekunde. Aber auch Werte von 6 bis 12 kA je Mikrosekunde finden sich recht oft. In einigen wenigen Fällen wurden Werte zwischen 20 bis 30 kA je Mikrosekunde gefunden.

Abb. 10. Eine Feldstation zur Messung atmosphärischer Rundfunkstörungen.

Atmosphärische Rundfunkstörungen.

Die andere Aufgabe unserer kathodenoszillographischen Untersuchungen umfaßte, wie bereits erwähnt war, atmosphärische Rundfunkstörungen. Diese Messungen stehen in vieler Beziehung in engem Zusammenhang zu den Untersuchungen von Blitzentladungen. Während einer Reihe von Jahren haben wir Messungen atmosphärischer Rundfunkstörungen mehr gelegentlich vorgenommen, zum Teil auch in Zusammenhang mit Untersuchungen über Blitzentladungen[3]). Erst seit Anfang 1934 haben wir Messungen über Rundfunkstörungen in größerem Umfang gemacht. Das Material, welches uns für die Beurteilung der atmosphärischen Störungen zur Verfügung steht, ist um-

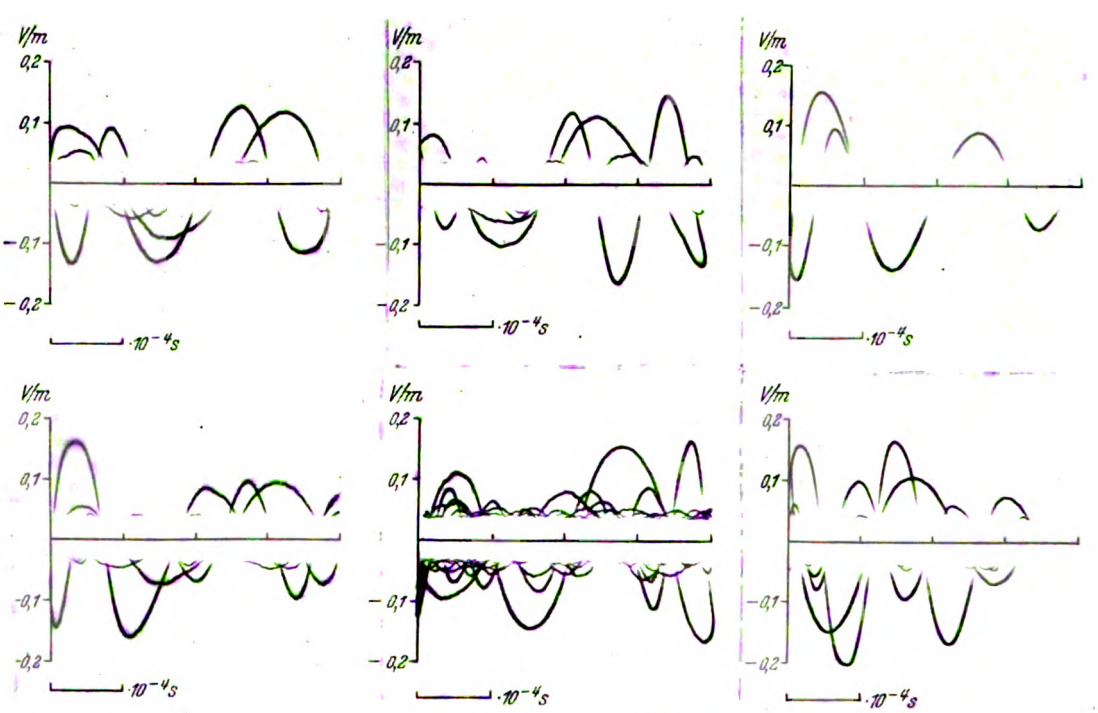


Abb. 11a. Aufzeichnung von atmosphärischen Rundfunkstörungen nach der E-Methode.

[3]) Harald Norinder, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 9 (1932), S. 195.

Digitized by Google

fassend genug, um als Grundlage für allgemeinere Schlußfolgerungen dienen zu können. Im ganzen haben wir bis Februar 1935 etwa 13 000 atmosphärische Störungen aufgezeichnet. Selbstverständlich haben wir nicht alle diese zahlreichen Aufnahmen bearbeitet, sondern nur die aus- und nicht nur mit mehr oder weniger angenäherten Beobachtungsergebnissen zufrieden ist.

Von der großen Anzahl der ausgewerteten Störungen haben wir aus dem letzten Halbjahr einige ausgewählt, die wir für häufig vorkommend halten (Abb. 12 a und b). Ein

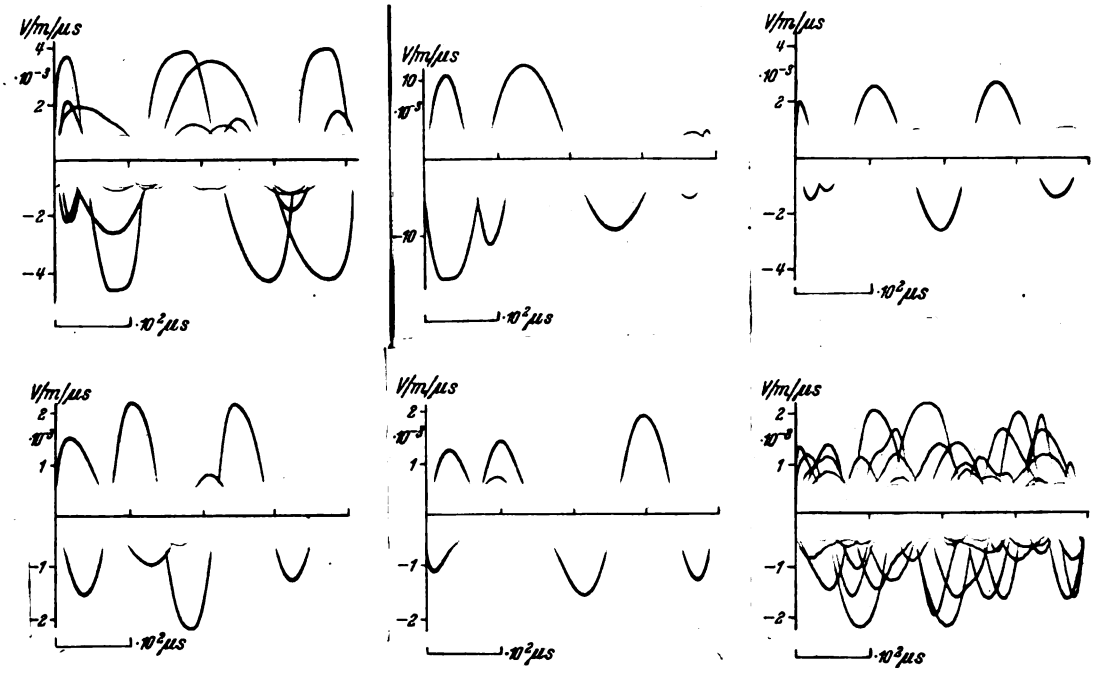


Abb. 11b. Aufzeichnung von atmosphärischen Rundfunkstörungen nach der $d\mathfrak{E}/dt$-Methode.

gewählt, die besonders kennzeichnend sind und sich leicht auswerten lassen. Die so getroffene Auswahl umfaßte bis Februar 1935 1200 Oszillogramme.

Als Meßinstrument benutzten wir die schon beschriebenen Kathodenoszillographen. Diese hatten nicht die Spannungsempfindlichkeit, die für Registrierung solcher atmosphärischer Störungen erforderlich ist, und wir waren folglich genötigt, Verstärker in die Meßkreise einzufügen. In den meisten Fällen verwendeten wir hierfür einen zweistufigen Verstärker mit einer achthundertfachen Verstärkung. Der Verstärker wurde in bezug auf Störungsfreiheit untersucht. Dies geschah durch laboratoriumsmäßig hergestellte Spannungstöße mit einer Steilheit, welche die der atmosphärischen Rundfunkstörungen wesentlich übersteigt. Die meisten Messungen wurden unter Benutzung beweglicher Feldstationen gemacht. Die Abb. 10 zeigt eine solche Station. Die Meßmethode war die gleiche, die wir bei den Blitzuntersuchungen angewandt haben. Die atmosphärischen Rundfunkstörungen wurden mit einfachen, gestreckten Antennen aufgenommen, die gewöhnlich eine Länge von 100 m hatten: ihre Höhe hing von dem Empfindlichkeitsgrad ab, mit dem man zu messen wünschte. Wie verwandten Höhen bis zu 27 m, mindestens jedoch 5 m.

Wir untersuchten die Zuverlässigkeit der angewendeten Meßmethode in verschiedener Weise. So benutzten wir für Nachprüfungen einen Stoßgenerator, der Spannungstöße von gleicher Dauer und Form erzeugte, wie sie die atmosphärischen Rundfunkstörungen zeigten. Diese künstlichen Spannungstöße wurden entweder unmittelbar über einen Spannungsteiler gemessen oder über eine Senderantenne zum Ausstrahlen gebracht und durch eine Empfängerantenne mittels eines Verstärkers aufgenommen.

Einige Beispiele von Registrierungen, die wir vor wenigen Wochen aufgenommen haben, sind in Abb. 11 a und b wiedergegeben. Die Oszillogramme in der Abb. 11 a sind wiederum $\mathfrak{E}$-Kurven, die in Abb. 11 b $\frac{d\mathfrak{E}}{dt}$-Kurven. Die entsprechende Feldänderung erhält man im letztgenannten Falle durch Integration. Der Verlauf der Oszillogramme ist teilweise sehr schwierig und zeigt eine solche Änderungsgeschwindigkeit und so allgemeinen Verlauf, daß man ohne weiteres einsieht, daß nur die photographische Methode bei der Aufnahme angewendet werden kann, besonders wenn man quantitative Meßergebnisse anstrebt

Teil der Störungen ist eindeutig aperiodisch. Die Mehrzahl weist dagegen Wellenformen verschiedener Wellenlängen auf, wie wir noch sehen werden. Die Wellenform der Störungen erklärt sich zum Teil durch die Veränderung,

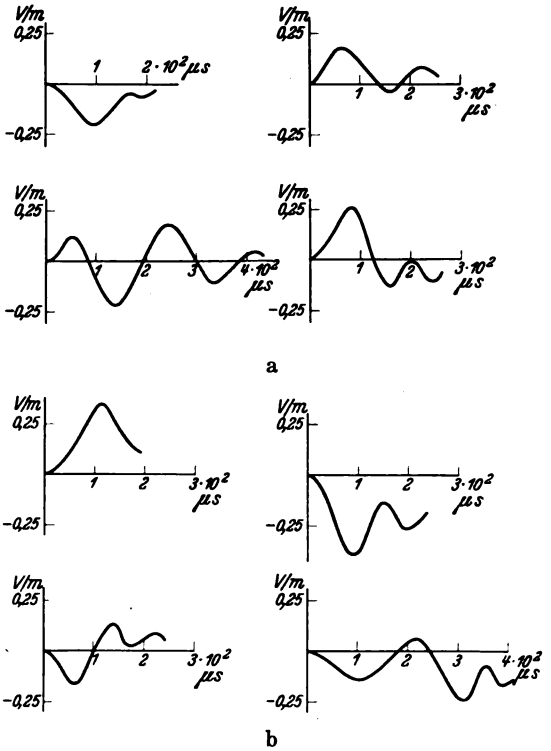


Abb. 12. Ausgewertete atmosphärische Rundfunkstörungen.

welche der Spannungstoß bei seiner Ausbreitung im Raum erfährt. Dies erkennt man ohne weiteres, wenn man die Maxwellschen Grundgleichungen anwendet und aus ihnen die Beziehungen ableitet, die für die Ausbreitung des

Digitized by Google

Stoßes im Raum gelten. Als ein wichtiges Ergebnis ist anzusprechen, daß auch aus Entladungsverläufen von aperiodischem Charakter bei größerem Abstand Schwingungen hervorgehen können.

Die Zeit vom Juli bis Dezember 1934 hat ein sehr reichhaltiges Beobachtungsmaterial ergeben, und es soll hier aus dieser Beobachtungszeit über einige oft wiederkehrende Ergebnisse berichtet werden.

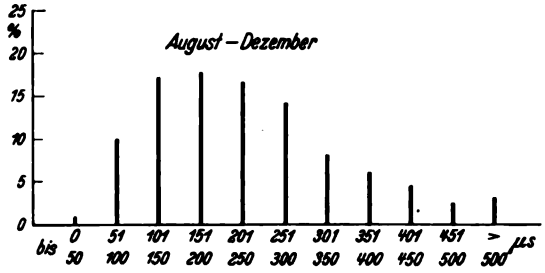


Abb. 13. Dauer von Rundfunkstörungen während der Monate August bis Dezember 1934.

Die zahlenmäßige Verteilung der einzelnen Störungen hinsichtlich ihrer Dauer im Zeitraum August bis Dezember 1934 ergibt sich aus der Abb. 13. Die meisten Störungen haben eine Dauer von 150 bis 200 µs. Es zeigt sich auch, daß die Gesamtdauer der Störungen mit der Jahreszeit wechselt. Die Störungen mit kürzerer Dauer treten meist im Sommer auf. Wir haben die Störungen auch in bezug auf die häufigste Schwingungszahl untersucht und gefunden, daß diese 5000 bis 10 000 Hz betrug. Die Vorzeichenwechsel der Störungen sind auch untersucht worden, und wir haben gefunden, daß die Störungen mit nur einmaligem Zeichenwechsel am häufigsten sind.

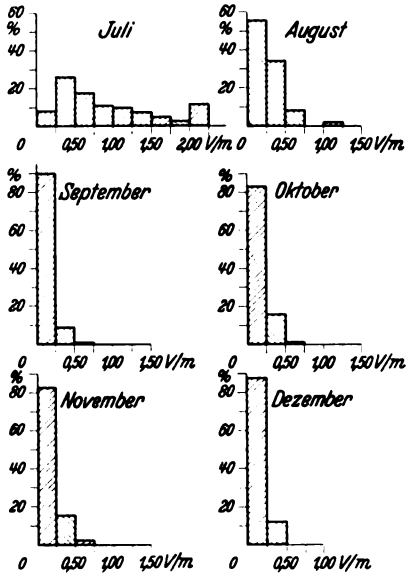


Abb. 14 a. Amplitude der Störungen in V/m.

Die Feldstärke $\mathfrak{E}$ der Störungen ist, wie zu erwarten, im Sommer am größten und im Winter am kleinsten; dies geht deutlich aus der Abb. 14 a hervor. Es hängt dies mit dem Abstand der Störungsquellen zusammen, die im Sommer im Vergleich zu dem Beobachtungsort bedeutend höher liegen als im Winter. Gleiche Verhältnisse herrschen in bezug auf die Änderung der Feldstärke mit der Zeit, also $\frac{d\mathfrak{E}}{dt}$. Abb. 14 b zeigt, daß man im Sommer mit größten und im Winter mit kleinsten $\frac{d\mathfrak{E}}{dt}$ rechnen kann.

Wie bereits angedeutet, war das Vorkommen von Störungen, also die Anzahl Störungen auf die Zeiteinheit bezogen, während gewisser Zeiten außerordentlich groß. Bei solchen Gelegenheiten war es nahezu unmöglich, die Störungen mit rascher Zeitschreibung aufzunehmen, und wir wandten deshalb in solchen Fällen eine langsamere an. Ein zusammenhängender Störungschwarm gibt sich auf solchen Oszillogrammen sehr gut zu erkennen, wo ja die Schwingungen als senkrechte Linien hervortreten. Die Wendepunkte sind auf den Originaloszillogrammen gewöhnlich sehr gut sichtbar. Untersuchen wir nun die am häufigsten vorkommende Gesamtdauer solcher Gruppen, so finden wir, daß sie 500 µs beträgt. Es lag in der Natur der Sache, daß wir dem Zusammenhang zwischen Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen größte Aufmerksamkeit widmeten. Wir hatten im letzten Sommer ausgezeichnete Gelegenheiten, Blitzentladungen von verhältnismäßig nahen Gewittern oszillographisch aufzunehmen. Wenn ein solches Gewitter in größerem Abstand vom Beobachtungsort auftrat, konnten wir mit unseren oszillographischen Methoden die Entladungen in demselben sehr gut verfolgen, wenn auch natürlich nach Einfügung einer gewissen Verstärkung. Wie schon bemerkt, stellte sich auch hier immer wieder heraus, daß die Blitzentladungen aus mehreren aufeinander folgenden Entladungsgruppen bestanden.

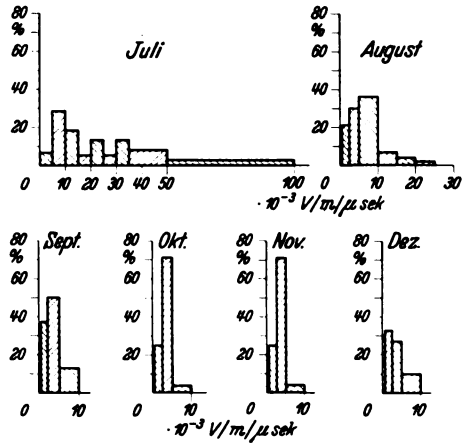
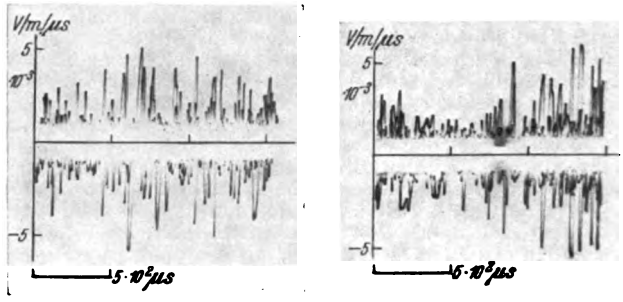


Abb. 14 b. Stirnsteilheit der Störungen in V/m/µs.

Bei atmosphärischen Rundfunkstörungen haben wir oft gleichartige Entladungsgruppen aufgezeichnet. Diese stimmen gut mit den Blitzentladungstypen überein. Um dies zu veranschaulichen, sollen noch zwei atmosphärische Störungen von der Art wiedergegeben werden, die wir als Blitztypus bezeichnen (Abb. 15 a u. b). Diese sind übrigens immer dadurch gekennzeichnet, daß sie unübersichtlicher sind als atmosphärische Störungen von gewöhnlicher Art. Dies ist durchaus erklärlich, denn die Dämpfung muß in diesem Fall eine erhebliche Rolle spielen.



a b

Abb. 15. Atmosphärische Störungen vom Blitztypus.

Unsere bisherigen Untersuchungen über atmosphärische Rundfunkstörungen stammen von einem einzigen Beobachtungsort. Sie sollten grundsätzlich zeigen, daß man mit Hochspannungs-Kathodenoszillographen solche Beobachtungen mit gutem Erfolg durchführen kann. Als hauptsächliche Ergebnisse gehen aus diesen Untersuchungen die Natur und die möglichen Abarten der atmosphärischen Rundfunkstörungen hervor. Zweck dieser ersten Untersuchungen war nicht, die Ursprungsquellen der Störungen klarzulegen. Für derartige Untersuchungen ist es unbedingt notwendig, nicht nur strenge Beobachtungen durchzuführen, sondern auch gleichzeitig von mehreren Stellen aus zu messen. Solche Untersuchungen sind aber so schwierig und umständlich, daß sie ohne Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Forschungsunternehmen nicht durchgeführt werden können.

Digitized by Google

Betrieb einer Phasenschieberanlage mit ausrückbaren Kupplungen.

Von Betr.-Ing. **Adolf Brendlin**, Köln.

Manches Kraftwerk ist vor die Notwendigkeit gestellt, den Blindstrombedarf durch Inbetriebnahme von Phasenschiebern zu decken. Vielfach geschieht dies mit eigens hierfür gebauten Maschinensätzen, oder es werden bereits vorhandene, möglichst alte Maschinen für diese Zwecke eingerichtet. Ohne auf die einzelnen Ausführungsarten einzugehen, sei im nachstehenden eine wirtschaftliche und betriebssichere Phasenschieberanlage beschrieben. Vorbedingung für den Betrieb dieser Anlage ist es, daß mindestens noch 1 Kessel unter Dampf steht, der zum Hochfahren des mit der Turbine gekuppelten Phasenschiebers verwendet werden kann, und daß außerdem der Stromerzeuger von der Dampfturbine getrennt gelagert ist (Vierlagermaschine).

Die in Rede stehende Phasenschieberanlage besteht aus 3 Stück im Jahre 1915 gebauten Turbosätzen mit einer Leistung von je 15 000 kVA. Sie stehen in einem in der Nähe der Stromverbrauchsstellen befindlichen Grundlastwerk. Um die in diesem Kraftwerk zur Leistungserzeugung in Betrieb befindlichen neueren, wirtschaftlich arbeitenden Maschinen mit $\cos\varphi = 1$ betreiben zu können, ist die Blindstromerzeugung den alten als Phasenschieber arbeitenden Generatoren der oben erwähnten 3 Sätze zugeteilt worden. Ferner ist es dank der Phasenschieberanlage möglich, den noch verbleibenden Leistungsbedarf aus dem Überlandnetz mit $\cos\varphi = 1$ zu beziehen.

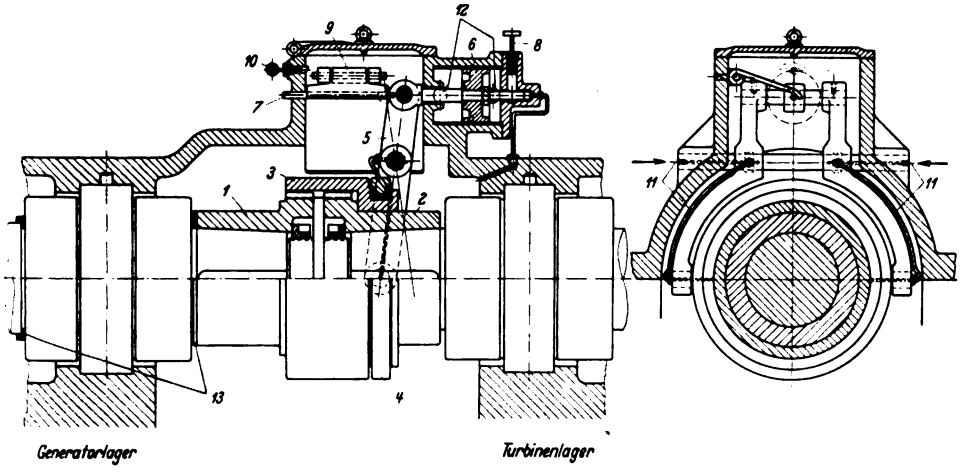


Abb. 1. Ausrückbare Phasenschieberkupplung.

Vor rd. 3 Jahren wurden die Klauenkupplungen der 3 Maschinensätze mit verhältnismäßig geringen Kosten durch ausrückbare Kupplungen ersetzt. Letztere ermöglichen im Betriebe nach dem Parallelschalten ein bequemes und sicheres Abkuppeln und Abstellen der Antriebsturbine; man kann also die Leerlauf- und Betriebsverluste der Turbinen sparen. Im vorliegenden Falle sind die Kupplungen auch zur Übertragung von Teillast berechnet. Bei ausreichendem Platz können jedoch diese Kupplungen für die volle Übertragungsleistung gebaut werden, so daß jederzeit jeder Satz sofort als Leistungsmaschine zur Verfügung stehen kann. Bei neu zu errichtenden Phasenschieberanlagen läßt sich die fragliche Kupplung selbstverständlich zwischen jeden Antriebsmotor und Phasenschieber einbauen. In der beschriebenen Anlage ist ferner durch mehrfache Sicherheit die Ölversorgung der Phasenschieberlager unbedingt gewährleistet.

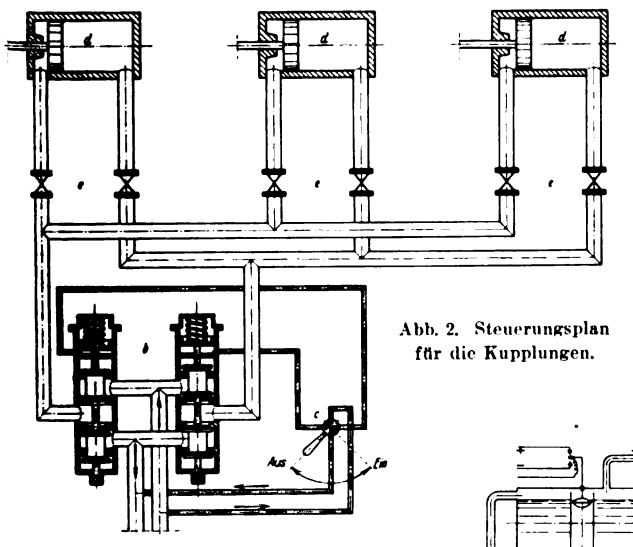
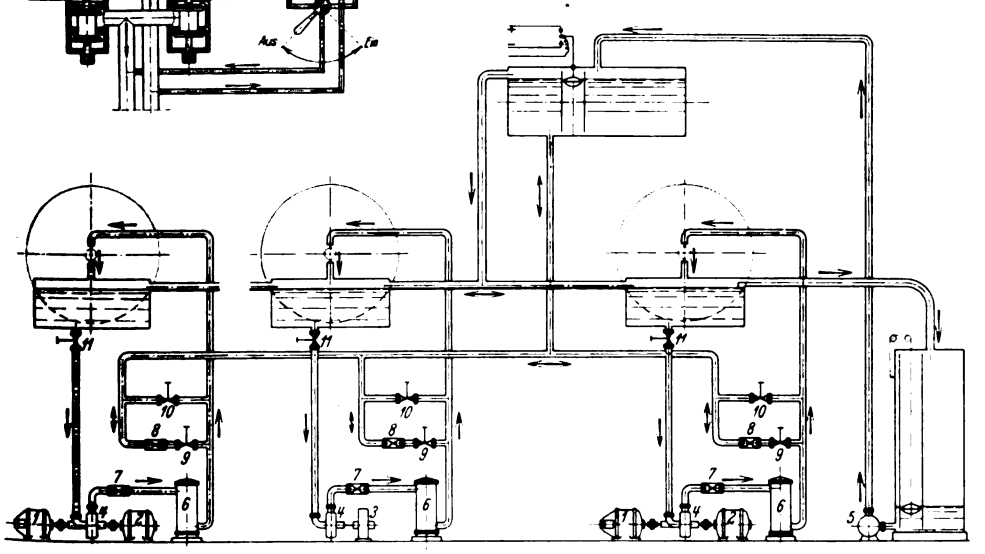


Abb. 2. Steuerungsplan für die Kupplungen.

Die in Abb. 1 dargestellte ausrückbare Kupplung besteht im wesentlichen aus 2 auf beiden Wellenenden festsitzenden, mit besonders geeigneter Verzahnung versehenen Kupplungssternen *1* und *2*. Über diese gleitet eine innenverzahnte Muffe *3*, die zum Kuppeln und Entkuppeln mittels eines gabelförmigen Hebels *5* von einem unter Öldruck gesetzten Kolben *6* nach dem unten geschilderten Steuerungsvorgang verschoben wird. Der auf der Kupplungsmuffe *3* gleitende Ring *4* wird durch die Öldruckleitung *11* mit Drucköl versorgt. Er gestattet während der Kupplungsbetätigung eine große Kraftübertragung und



1 Gleichstrommotor
2 Drehstrommotor
3 Dampfturbine
4, *5* Ölpumpen
6 Ölkühler
7 Rückschlagklappe
8 Rückschlagventil
9, *10*, *11* Schieber

Abb. 3. Ölleitungsplan zur Lagerschmierung der Phasenschiebersätze.

Digitized by Google

während des Leistungsbetriebes einen dauernd eingeschalteten Zustand der Kupplung. Die Verriegelung der ein- und ausgeschalteten Kupplungsbüchse erfolgt durch die aus der Zeichnung ersichtliche Vorrichtung *8*, *9* und *10*. Die Ringe *13* dienen der Abstandshaltung des Läufers und sind nach dem magnetischen Mittel des Generators eingestellt.

Abb. 2 gibt die Steuerung der oben beschriebenen Phasenschieberkupplungen wieder. *c* ist ein mit der Öldruck- und Ölabflußleitung in Verbindung stehender und von Hand zu betätigender Umsteuerhahn, durch den die schlagartig sich öffnenden Steuerventile *b* betätigt werden, deren Konstruktion aus der Zeichnung hinreichend zu erkennen ist. Unter *d* sind die über den Phasenschieberkupplungen sitzenden Kolbenzylinder *6* in Abb. 1 der 3 Sätze verstanden. Mit *e* sind die Absperrventile für die zu den einzelnen Kupplungen führenden Öldruck- bzw. Ölabflußleitungen bezeichnet. Die Absperrventile, die zu der zu betätigenden Kupplung gehören, sind nur während des Ein- und Auskuppelns geöffnet. Sonst bleiben diese Ventile immer geschlossen. Sämtliche zur Anlage gehörenden Phasenschieberkupplungen werden nur von der einen Steuervorrichtung *c* und *b* in Abb. 2 betätigt.

Die Lagerölversorgung der 3 Phasenschiebersätze geht aus dem Ölleitungsplan Abb. 3 hervor. Jeder Satz ist mit einer Ölpumpe *4* versehen. Der Antrieb dieser Pumpe erfolgt bei Satz I und III mittels Drehstrommotors *2*, bei dessen Versagen ganz selbsttätig ein Gleichstrommotor *1* eingeschaltet wird. Beim Satz II erfolgt der Pumpenantrieb mittels Dampfturbine *3*. Alle 3 Ölpumpen arbeiten durch eine Verbindungsleitung parallel, damit beim vollständigen Versagen eines Satzes die beiden noch in Betrieb befindlichen Pumpen für einige Stunden die Ölversorgung sämtlicher Phasenschieberlager übernehmen können.

Zur Verhinderung von Ölrücklauf durch die Saugeleitungen *11* in die Ölbehälter sind Rückschlagklappen *7* eingebaut, die beim Schließen ein Alarmsignal auslösen. Eine weitere Sicherung der Lagerversorgung bietet der an die Verbindungsdruckleitung angeschlossene Ölhochbehälter, der sich beim plötzlichen Versagen von mehreren Pumpen selbsttätig über die Lager in einen tiefer liegenden Behälter entleert, von wo das Öl mit einer Pumpe *5* wieder in den Hochbehälter zurückgefördert werden kann. Die Absenkung des Ölstandes vom Hochbehälter wird ebenfalls wieder durch ein Signal angezeigt.

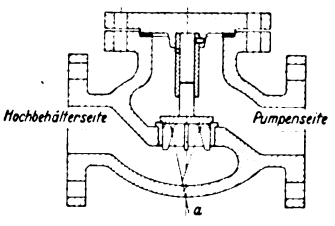


Abb. 4. Rückschlagventil mit durchbohrtem Kegel.

Zum Ausgleich der verschiedenen Druckkennlinien der Ölpumpen und zur Regelung der über den Hochbehälter umlaufenden Ölmenge sind in die Öldruckleitungen Rückschlagventile *8* mit verändertem Querschnitt eingebaut. Die Öldurchflußmenge von den Pumpen zur Verbindungs-Öldruckleitung und zum Ölhochbehälter wird durch die in den Kegeln der vorerwähnten Rückschlagventile befindlichen Durchgangslöcher *a*, Abb. 4, bestimmt.

Die Auslegung der Wicklung von empfindlichen Meßgeräten*).

Von **H. Dallmann**, Berlin[1]).

Übersicht. Neben der genauen Ableitung der günstigsten Wicklung gibt die Arbeit eine einfache Näherungsregel an.

Die Ausführbarkeit einer Reihe von Messungen ist von der Beschaffung genügend empfindlicher Meßgeräte abhängig. Bei der Auslegung dieser Instrumente ist die Bestimmung der Wicklungsdaten des beweglichen Systems von besonderer Bedeutung. Die im Luftspalt herrschende magnetische Induktion kann als gegeben angenommen werden. Sie ist nämlich nur wenig von der Größe des Luftspaltes, die sich mit dem Wickelvolumen ändert, abhängig. Wird ein Instrument von bestimmtem Wicklungswiderstand und bestimmter Empfindlichkeit verlangt, so gibt es eine Reihe von Wicklungen, die diese Bedingungen erfüllen. Wählt man den Draht verhältnismäßig dünn, so können, da der Widerstand gegeben ist, nur wenig Windungen auf das Rähmchen aufgebracht werden. Der Vorteil des geringen Systemgewichts ist also mit dem Nachteil der geringen Windungszahl und damit des geringen Drehmomentes verbunden. Stärkerer Draht erlaubt zwar das Aufbringen einer größeren Windungszahl, setzt aber gleichzeitig das Systemgewicht und damit die Lagerreibung herauf.

Bei den Meßgeräten mit senkrechter Achse, die in der Gruppe der hochempfindlichen Geräte vorherrschen, wächst nun die Lagerreibung stärker als proportional mit dem Systemgewicht, da infolge Verformung der unteren Lagerspitze der Reibungsradius mit der Lagerbelastung wächst. Erfahrung und rechnerische Untersuchungen[2]) haben ergeben, daß das Reibungsmoment proportional der 1,5ten Potenz des Systemgewichts anzusetzen ist. Als Maß für die Einstellsicherheit des Instrumentes ist daher der Ausdruck:

$$\gamma = \frac{\text{Drehmoment}}{G^{1,5}} \qquad (1)$$

anzusehen, der als „Gütefaktor" bezeichnet wird. Das Gewicht des beweglichen Systems ist dabei G genannt. Bei Instrumenten mit waagerechter Achse ergeben die rechnerischen Untersuchungen, daß das Gewicht nur mit der Potenz 1,0 in den Ausdruck für den Gütefaktor eingeht. Die praktischen Erfahrungen, die das Verhalten während des Transportes und bei Erschütterungen einschließen, stehen hierzu allerdings z. T. im Widerspruch. Um allen Richtungen gerecht zu werden, soll auch die Auslegung der Instrumente für den Fall, daß

$$\gamma' = \frac{\text{Drehmoment}}{G} \qquad (2)$$

als Gütefaktor angesehen wird, kurz betrachtet werden.

Das Gewicht des beweglichen Systems setzt sich aus dem toten Gewicht G_t, das das Gewicht von Zeiger, Ausgleichgewichten, Achse und Befestigungsteilen umfaßt und als gegeben anzusehen ist, und dem Gewicht der Wicklung G_w zusammen:

$$G = G_t + G_w. \qquad (3)$$

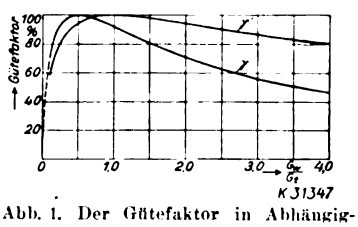


Abb. 1. Der Gütefaktor in Abhängigkeit vom Verhältnis G_w/G_t (Wicklungsgewicht/totes Gewicht).

Das bei Vollausschlag von dem Strom I entwickelte Drehmoment ist proportional den Amperewindungen (Windungszahl w). Der Gütefaktor kann somit ausgedrückt werden durch:

$$\gamma = K\frac{I\,w}{(G_t+G_w)^{1,5}}, \qquad \gamma' = K\frac{I\,w}{G_t+G_w} \qquad (4)$$

Die Konstante K berücksichtigt die Luftspaltinduktion und die Rähmchenabmessungen. Sie ist unabhängig von der Wicklungsbemessung und braucht daher nicht in ihre Bestandteile zerlegt zu werden.

Die Wicklungsauslegung kann auf Strom-, Spannungs- oder Leistungsempfindlichkeit erfolgen. Die letzte Aufgabe tritt am häufigsten auf. Sie allein soll hier betrachtet werden. Ist der Wicklungswiderstand R, so liegt auf dem Rähmchen eine Leistung:

$$N = I^2 R \qquad (5)$$

Der Widerstand des Drahtes je Längeneinheit sei r, das Gewicht je Längeneinheit g_w. Es ist also:

$$\left.\begin{aligned} R &= w\,U\,r \\ G_w &= w\,U\,g_w \end{aligned}\right\}, \qquad (6)$$

*) Mitteilung aus dem Betriebskontrollgeräte-Laboratorium der AEG.

[1]) Unter Mitarbeit von H. R. Eggers.

[2]) P. Gross, Gen. electr. Rev. Bd. 30, S. 188 (1930).

Digitized by Google

wenn U den Rähmchenumfang bezeichnet. Die Kombination von Gl. (4), (5) und (6) liefert für den Gütefaktor:

$$\gamma = \frac{K\sqrt{N}}{U\,G_t\sqrt{g_w r}} \cdot \frac{\sqrt{\frac{G_w}{G_t}}}{\left(1+\frac{G_w}{G_t}\right)^{1,5}} \qquad (7a)$$

$$\gamma' = \frac{K\sqrt{N}}{U\sqrt{G_t}\sqrt{g_w r}} \cdot \frac{\sqrt{\frac{G_w}{G_t}}}{1+\frac{G_w}{G_t}} \qquad (7b)$$

Vernachlässigung der Drahtisolation.

Für Drähte von größerem Durchmesser als etwa 0,08 mm ist das Gewicht der Isolation im Verhältnis zum Metallgewicht gering. Der Faktor $g_w r$ kann bei ihnen als konstant angesehen werden. (g_w ändert sich proportional mit dem Drahtquerschnitt und r umgekehrt proportional mit dem Drahtquerschnitt). Unter dieser Voraussetzung sind in den beiden Gl. (7) die ersten Glieder Festwerte, der Gütefaktor ist dann lediglich abhängig von den zweiten Gliedern, die Funktionen des Verhältnisses von Wicklungsgewicht G_w zu totem Gewicht G_t darstellen. Abb. 1, die diese Funktion veranschaulicht, läßt erkennen, daß für die günstigste Bemessung das Wicklungsgewicht G_w gleich dem halben toten Gewicht G_t gewählt werden muß, wenn man annimmt, daß das Gewicht G des beweglichen Systems mit der 1,5ten Potenz den Gütefaktor bestimmt [Gl. (7a)]. Geht man dagegen von der Gl. (2) für den Gütefaktor aus, so ist $G_w = G_t$ auszuführen [Gl. (7b)].

Dieses sehr einfache Bemessungsgesetz gilt unter der erwähnten Voraussetzung für jedes Drahtmaterial und für jede Rähmchenform. Die Gl. (7) lassen weiterhin erkennen, daß das tote Gewicht den Gütefaktor umgekehrt zu seinem Werte bzw. zu der Wurzel daraus herabsetzt. Geht man von einem Drahtmaterial auf ein anderes über, so ändert sich der Gütefaktor des Instrumentes entsprechend dem Verhältnis der Ausdrücke $1/\sqrt{g_w r}$. Bei dem Übergang von Kupfer auf Aluminium ergibt sich danach ein Gewinn von 38,5 %.

Berücksichtigung der Drahtisolation.

Für die genaue Ermittlung der günstigsten Wicklung ist die Veränderlichkeit des Anteils der Isolation am Drahtgewicht zu berücksichtigen. Gl. (7a) läßt sich umformen in

$$\gamma = \frac{K\sqrt{N}}{U\,R} \cdot \frac{1}{r\left(\frac{G_t}{R}+\frac{g_w}{r}\right)^{1,5}} \qquad (8)$$

(für den Gütefaktor γ' wird diese Ableitung nicht durchgeführt). Hieraus ist folgendes Ähnlichkeitsgesetz abzulesen: Alle Systeme mit gleichem Verhältnis von totem Gewicht G_t zu Widerstand R sind für optimalen Gütefaktor mit dem gleichen Draht zu bewickeln. Das erste Glied der Gl. (8) spielt nämlich für die Ermittlung des günstigsten Drahtdurchmessers keine Rolle, und das zweite Glied ist eben lediglich abhängig von den den Draht kennzeichnenden Größen (g_w, r) und dem Verhältnis G_t/R. Für die Auswertung ist eine bestimmte Isolationsart anzunehmen. Für einmal seideumsponnenen Draht sind die Werte g_w/r und r in Abb. 2 gezeigt. Unter Benutzung dieser Kurven ist in Abb. 3 der Ausdruck:

$$\eta = \frac{1}{r\left(\frac{G_t}{R}+\frac{g_w}{r}\right)^{1,5}}, \qquad (9)$$

der dem zweiten Teil der Gl. (8) entspricht, für verschiedene Parameter G_t/R dargestellt. Der dem Scheitelpunkt der Kurven entsprechende Drahtdurchmesser liefert den besten Gütefaktor. Das Diagramm zeigt ferner den Gewinn beim Übergang von Kupfer auf Aluminium. Er beträgt, wie bereits erwähnt, bei größeren Drahtstärken 38,5 %. Bei dünneren Drähten ist er wegen des beträchtlichen Isolationsgewichts geringer. In Abb. 4 ist schließlich unter Benutzung der Abb. 3 der günstigste Drahtdurchmesser in Abhängigkeit vom Verhältnis G_t/R gezeigt. Von Interesse sind auch die gestrichelten Kurven, die sich auf den Fall beziehen, daß der Einfluß der Drahtisolation zu vernachlässigen ist. Sie ergeben sich aus der aus der Bestimmungsgleichung $G_w = 1/2\,G_t$ folgenden Beziehung $\frac{g_w}{r} = 0{,}5\,\frac{G_t}{R}$ und zeigen, daß der Isolationseinfluß tatsächlich nur bei sehr hohen Rähmchenwiderständen von Einfluß ist.

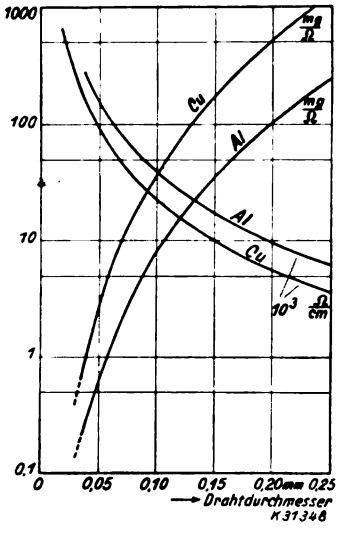


Abb. 2. Die Werte g_w/r (mg/Ω) und r (Ω/cm) in Abhängigkeit vom Drahtdurchmesser für einmal seideumsponnene Drähte.

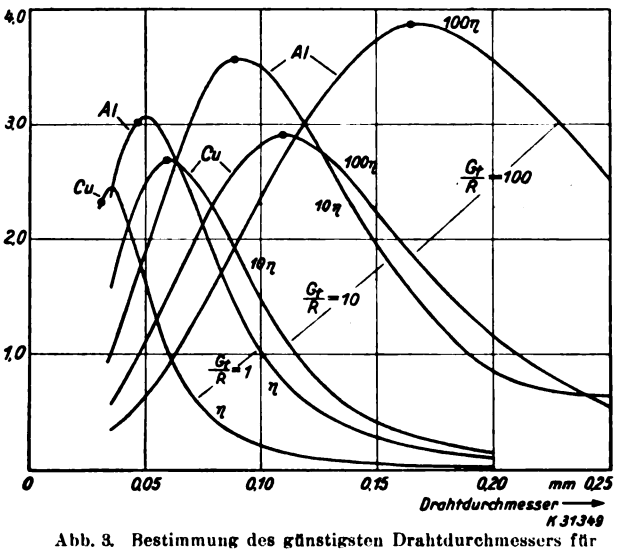


Abb. 3. Bestimmung des günstigsten Drahtdurchmessers für verschiedene Parameter G_t/R (totes Gewicht/Wicklungswiderstand in mg/Ω).

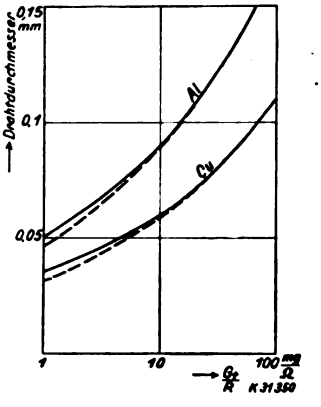


Abb. 4. Günstigster Drahtdurchmesser in Abhängigkeit vom Verhältnis G_t/R (totes Gewicht/Widerstand) für einmal seideumsponnene Drähte.

Anwendung.

Die Ableitungen mußten mit einigen Formeln durchsetzt werden. Damit hierdurch nicht das außerordentlich einfache und für den praktischen Gebrauch handliche Ergebnis verdeckt wird, sei ein **Beispiel** für die Anwendung gegeben: Ein System mit einem toten Gewicht von 500 mg soll zum Anzeigen von Thermospannungen verwendet werden. Hierfür sei ein Wicklungswiderstand von 100 Ω vorgeschrieben. Der Ausdruck G_t/R hat den Wert 500 : 100 = 5. Aus den Kurven der Abb. 4 ist unmittelbar abzulesen, daß bei Kupferwicklung ein Draht von 0,05 Dmr. und bei Aluminiumwicklung ein Draht von 0,07 Dmr. zu wählen ist. Für überschlägige Berechnungen kann man auf den Entwurf eines Diagramms nach Art der Abb. 4 verzichten und von dem Näherungsgesetz ausgehen, das besagt, daß das Wicklungsgewicht gleich dem halben toten Gewicht zu machen ist.

Digitized by Google

Die selbsttätigen Schalteinrichtungen auf der Eisenbahnstrecke Orléans—Tours*).

Bei der Elektrisierung der Strecke Paris—Vierzon[1]) wurde bereits in Tivernon ein selbsttätiges Unterwerk errichtet. Die damit gemachten günstigen Erfahrungen veranlaßten die Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, auf der 1933 weiterhin elektrisierten Strecke Orléans—Tours nur noch selbsttätige Unterwerke zu verwenden. Diese zweigleisige, 118 km lange Strecke, ein Teil der sehr wichtigen Verbindung Nantes—Bordeaux, wird von 5 solchen Unterwerken mit 1500 V Geichstrom gespeist. In der Mitte zwischen je 2 Unterwerken liegt eine ebenfalls selbsttätig arbeitende Schaltstelle. Die Fahrleitungen sind vor den Unterwerken und der Schaltstelle getrennt und werden in diesen entsprechend Abb. 1 mit 4 Schaltern verbunden und parallel geschaltet. In jedem Unterwerk sind 2 Umformergruppen von je 2000 kW bei 1500 V aufgestellt. Jede Gruppe besteht aus 2 hintereinander geschalteten überkompoundierten Einankerumformern von je 1000 kW bei 750 V. Für einen weiteren Umformersatz ist Platz vorhanden.

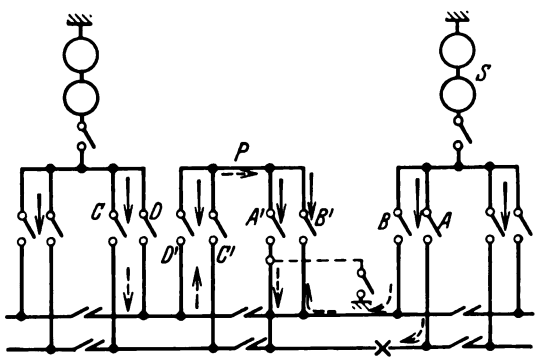


Abb. 1. Schaltung der Bahnstromversorgung im Hinblick auf die Eingrenzung von Störungen.

Die Speisung der Umformer erfolgt über einen Transformator aus dem Drehstromnetz von 90 000 V. Anlauf und Stillsetzen der Umformer sowie Schalten auf die Fahrleitungen geschehen in Abhängigkeit vom Spannungsabfall in der Fahrleitung selbsttätig. Normalerweise sind sämtliche Überbrückungschalter der Trennstellen der Fahrleitung in Unterwerken und Schaltstellen geschlossen, die Speisung erfolgt nur von den beiden ständig in Betrieb befindlichen Unterwerken (Eckstationen) am Anfang und Ende der Strecke.

An den mit der Fahrleitung verbundenen Sammelschienen der Unterwerke sind Spannungsrelais angebracht. Beim Sinken der Fahrleitungspannung unter einen bestimmten Betrag bewirken die Relais den Anlauf der Umformer. Ihre Stillegung erfolgt wiederum durch Stromrelais in der von den Umformern ausgehenden Speiseleitung, sobald die Stromabgabe einen bestimmten Wert unterschritten hat. Die Relais sind zeitabhängig, um ein unnötiges Anlaufen oder Stillsetzen bei kurzen Laststößen und Spannungsänderungen zu vermeiden. Insbesondere, wenn schwere Schnellzüge von der Eckstation abfahren, steigt der Spannungsabfall in der Fahrleitung in kurzer Zeit auf den höchstzulässigen Wert. Die Umformer der benachbarten Unterwerke müssen daher rasch betriebsbereit sein. Zu diesem Zweck erfolgt der Anlauf mit hohem Drehmoment, wobei an den mit Dämpfungskäfig versehenen Asynchrommotoren die halbe Spannung liegt. Nach 15 s ist bereits die synchrone Drehzahl erreicht, nach weiteren 15 s ist die Gruppe zum Aufschalten auf die Fahrleitung bereit.

Die Inbetriebsetzung selbst umfaßt folgende Vorgänge. Im Ruhezustand der Unterwerke sind der 90 000 V-Ölschalter und das Hauptschütz auf der Niederspannungseite des Transformators geöffnet, der Erregerkreis der Gleichstromseite der Umformer offen und die Gleichstrombürsten sind abgehoben. Zuerst wird Ölschalter und Hauptschütz geschlossen. Dann folgt der gleichzeitige Anlauf der Asynchronmotoren mit halber Spannung bis zum Synchronismus. Es folgen weiterhin: Fremderregung von einer Hilfsbatterie, Herstellung der richtigen Polarität, Übergang auf Selbsterregung, Umschalten auf volle Wechselstromspannung, Auflegen der Bürsten auf den Kollektor durch einen Hilfsmotor, Regeln auf Fahrdrahtspannung. Letzteres geschieht durch 2 von einem Hilfsmotor angetriebene Regelwiderstände in den Erregerkreisen. Zum Vergleich von Fahrleitungs- und Umformerspannung liegt die eine Spule eines Schwingrelais an der Fahrleitung, die andere an den hintereinander geschalteten Umformern. Sobald die Umformerspannung 1 % über der Fahrleitungspannung liegt, betätigt das Relais die Kupplungschalter des Umformers auf die Fahrleitung. Zur Lastübernahme wird die Umformerspannung noch weiter bis zur Endstellung der Regelwiderstände erhöht. Bleibt die Umformerspannung auch in ihrem Höchstwert unter der Fahrleitungspannung, so daß das Schwingrelais nicht kuppeln kann, so wird die Kupplung durch einen an den Regelwiderständen des Erregerkreises befindlichen Endkontakt bewirkt.

Wenn irgendwelche Hindernisse während des Anlaßvorganges auftreten, wird jede Umformergruppe samt allen Schaltapparaten selbsttätig wieder in die Ausgangsstellung gebracht, so daß der ganze Vorgang wieder von vorn beginnen kann.

Die Inbetriebsetzung der Unterwerke kann außer in Abhängigkeit von der Fahrleitungspannung noch durch andere Umstände veranlaßt werden. Normalerweise sind nur die Eckstationen in dauerndem Betrieb. Werden jedoch die Fahrleitungen durch die Schalter einer Schaltstelle getrennt, so muß das der Schaltstelle zunächst gelegene Unterwerk Eckstation werden. Außerdem muß sich bei Schadhaftwerden oder Überlast einer Umformergruppe eine andere Umformergruppe zuschalten. Auch diese Vorgänge gehen selbsttätig vor sich.

Um eine gleichmäßige Beanspruchung der zwischen den Eckstationen liegenden Unterwerke zu sichern, kann die Reihenfolge ihres Eintritts in den Betrieb durch einen handbedienten Kommutator von einem Unterwerk aus durch Steuerleitungen eingestellt werden. Verdrehen des Kommutators bewirkt eine zyklische Vertauschung in der Reihenfolge des Anlaufs der Unterwerke.

Zum Schutz der Umformer sind die üblichen Apparate vorhanden: Höchststromrelais im Wechselstromkreis, je ein Relais zur Überwachung der Transformator- und Lagertemperatur der Umformer, eines, das bei Kollektorrundfeuer, eines, das bei Körperschluß des Umformers anspricht, und eines zur Begrenzung der Drehzahl. Ein Zeitrelais überwacht die Anlaufzeit der Umformer. Es kommt erst nach Aufschaltung der Gruppe auf die Fahrleitung zum Stillstand. Sind Störungen in den selbsttätigen Einrichtungen vorhanden, so daß der Anlauf nicht in einer bestimmten Zeit beendet ist, so wirkt es wie alle anderen genannten Relais auf das Hauptschütz, öffnet und blockiert es. Dadurch wird die Wechselstromseite abgeschaltet und die Umformergruppe dauernd stillgelegt bis zur Besichtigung. Bei zu niedriger Wechselspannung, zu niedriger Hilfsbatteriespannung, zu hoher Wicklungstemperatur oder falscher Polarität wird die Umformergruppe nur vorübergehend stillgesetzt und läuft nach Behebung der Störung selbsttätig wieder an. Ein Rückstromrelais verhindert, daß bei fehlender Wechselspannung die Umformer von der Gleichstromseite auf die Wechselstromseite arbeiten oder daß nach Auslösung des Hauptschützes die alsdann in der Phase verschiedene Wechselspannung des Netzes mit der Wechselspannung der Umformer zusammengeschaltet werden kann.

Die Abschaltung und Eingrenzung von Kurzschlüssen auf der Leitung geschieht auf folgende Weise (Abb. 1). Die Überbrückungschalter der Fahrleitungstrennstelle A, A' usw. sind mit einer Einrichtung zur besonders raschen Abschaltung plötzlich ansteigender Ströme versehen und schalten nur Ströme in einer bestimmten Richtung ab. Schalter gleicher Bezeichnung A—A', B—B' usw. sind durch je eine Steuerleitung verbunden, so daß das Fallen eines Schützes A' auf dem Schaltposten P das Fallen des Schalters A im Unterwerk S zur Folge hat und umgekehrt.

*) Rev. gén. Électr. Bd. 36, S. 61.
[1]) Vgl. ETZ 1933, S. 110. Karte: ETZ 1932, S. 110.

Digitized by Google

Befindet sich nun z. B. bei der durch ein Kreuz bezeichneten Stelle ein Kurzschluß, so wird er von *S* über die Schalter *A*, *B*, *B'*, *A'* gespeist, von *S'* über *C*, *C'*, *D*, *D'* und *A'*. Die gestrichelten Pfeile im Schaltbild zeigen die Richtung des Fehlerstromes, die ausgezogenen die Stromrichtung, bei welcher die Schalter ausschalten. *A'* führt den Gesamtstrom beider benachbarten Unterwerke, löst daher aus und öffnet über die Steuerleitung auch *A*. Damit ist der Fehler abgeschaltet und auf das zwischen *P* und *S* liegende Stück des einen Gleises eingegrenzt, während alles übrige im Betrieb bleibt.

Das Wiedereinschalten der Strecke geschieht, nachdem an einem Hilfswiderstand von 40 Ω die Beseitigung des Fehlers festgestellt ist. Der Widerstand wird selbsttätig zwischen der Unterwerksammelschiene und der Fehlerstelle eingeschaltet. Verschwindet der Kurzschluß von selbst, so verschwindet auch die Spannung am Widerstand. Dann wird Schalter *A* selbsttätig wieder geschlossen, über die Steuerleitung auch *A'*. Bleibt dagegen der Fehler bestehen, so wird dreimal nacheinander in Zwischenräumen die Spannung am Widerstand abgetastet. Besteht sie auch noch beim dritten Mal, so wird Schalter *A* gesperrt und der Fehler an das Unterwerk gemeldet.

Bleibt auf der gesamten Strecke die Spannung von 90 000 V aus, so schalten alle Schalter in den Unterwerken und Schaltposten ab. Es ist dafür gesorgt, daß bei der Wiederkehr der Spannung zuerst die Eckstationen und dann nacheinander alle übrigen Unterwerke anlaufen. Diese Art der Inbetriebnahme nach einer längeren Unterbrechung ist für die Wiederaufnahme des Verkehrs auf der Eisenbahnstrecke am besten.

Für die Hilfsstromkreise wird Wechselstrom von 215 V aus einem Transformator und Gleichstrom von 125 V aus einer Batterie entnommen. Der Gleichstrom speist die Betätigungseinrichtungen für den Hochspannungs-Ölschalter und für die Gleichstrom führenden Schalter in den Unterwerken. Diese sind daher unabhängig vom etwaigen Ausbleiben der Wechselspannung in einer Unterstation, so daß die Fahrleitung bei Störungen der Wechselstromseite möglichst lang unter Spannung bleibt. Alle übrigen Schalteinrichtungen werden durch Wechselstrom betätigt, insbesondere die Relais und Schützen zum Anlauf der Unterwerke. Die Batterie wird von einem Lademaschinensatz selbsttätig geladen.

An Personal sind in jedem Unterwerk immer noch ein Elektriker und 2 Helfer vorhanden. In handbedienten Unterwerken wären aber 7 Personen notwendig. Das genannte Personal hat die von Hand zu betätigenden Schaltungen an den 90 000 V-Leitungen und dem Kettenwerk vorzunehmen und das Telephon zu bedienen. Es greift nur im Störungsfall ein und braucht normalerweise im Unterwerk nicht anwesend zu sein. Insbesondere nachts genügt ein Alarmzeichen in der Wohnung.

Alarm tritt ein beim Abschalten eines Schalters der Strecke, bei außergewöhnlicher Erniedrigung oder Ausfall der Wechselspannung, bei einem Fehler an der Hilfsbatterie oder der Lademaschine, beim unbeabsichtigten Stillstand eines Umformers. Aus einem Leuchtschaltbild im Unterwerk ist die Störungsstelle unmittelbar ersichtlich.

Die Strecke ist seit 1933 im Betrieb. Seitdem hat sich das selbsttätige System bestens bewährt. Die selbsttätige Inbetriebsetzung der Unterwerke erfolgt so rasch, daß die Geschwindigkeiten einzelner Züge im Oktober 1933 noch erhöht werden konnten. Die Energieersparnis gegenüber dauernd laufenden Unterwerken ist wesentlich. Täglich 4 bis 5 h sind die Unterwerke in Ruhe, die mittlere abgegebene Leistung beträgt 86 % der Gesamtleistung.

A. Hierholzer.

Die Verschachtelungen in der deutschen Stromwirtschaft.

Von Dr. **Bruno Thierbach**, Beratender Ingenieur, Berlin.

Die Stromversorgungsunternehmungen des Reiches und der Länder.

Die „Reichs-Einheit" schreitet auf allen Verwaltungs- und kulturellen Gebieten zielbewußt und unaufhaltsam vorwärts. In der deutschen Stromwirtschaft werden die Vereinheitlichungsbestrebungen sich aller Voraussicht nach zunächst dadurch offenbaren, daß die Buntscheckigkeit der bisher durch die Eigenbrötelei der einzelnen Länder, Provinzen und Kommunen ins Leben gerufenen Unternehmungen einer planmäßig durchdachten Reichs-Stromversorgung weichen wird. Es lohnt sich daher wohl, ein Bild davon zu entwerfen, wie die in den Händen des Reiches und der einzelnen Länder sich befindlichen Stromversorgungsunternehmungen Ende 1934 aussahen[1]).

I. Das Deutsche Reich vertritt seine Stromversorgungsinteressen hauptsächlich durch die „Vereinigte Industrie-Unternehmungen AG." (Viag), Berlin, Aktienkapital (A-K) 180 Mill RM und die von dieser abhängigen Elektrowerke AG., Berlin, A-K 110 Mill RM. Unmittelbar ist das Deutsche Reich an den in Zahlentafel 1 genannten Firmen beteiligt.

Zahlentafel 1. Beteiligungen des Deutschen Reiches.

Lfd. Nr.	Anteil in %	Firma	Sitz	A-K in Mill RM
1	45,84 St. 5,0 V.	A.-G. Obere Saale	Weimar	12,0 St. 14,0 V.
2	51,0	Rhein-Main-Donau A.-G. . . .	München	30,2 St. 0,9 V.
3	63,0	Neckar A.-G.	Stuttgart	22,0

Die Viag, deren gesamtes A-K dem Deutschen Reich gehört, ist an den in Zahlentafel 2 aufgeführten Stromlieferungsunternehmen beteiligt.

Die Elektrowerke ihrerseits sind wiederum an verschiedenen Unternehmungen, die in Zahlentafel 3 aufgeführt sind, beteiligt.

Zahlentafel 2. Beteiligungen der Viag.

Lfd. Nr.	Anteil in %	Firma	Sitz	A-K in Mill RM
1	90,91	Bayerische Aluminium A.-G. Innwerk	München	13,2
2	100	Bayerische Kraftwerke A.-G. .	München	20,0
3	0,31	Schlesische Elektrizitäts- u. Gas A.-G.	Gleiwitz	32,0
4	20,56	Elektrizitäts-Versorgung Württemberg A.-G.	Stuttgart	10,5
5	50	Alzwerke G. m. b. H.	München	3,0
6	41,32	Ostpreußenwerk A.-G.	Königsberg	24,0

Zahlentafel 3. Beteiligungen der Elektrowerke.

Lfd. Nr.	Anteil in %	Firma	Sitz	A-K in Mill RM
1		EW. Glogau (Pachtung) . . .	—	—
2	56	Electricitätswerke Liegnitz . .	Liegnitz	4,6
3	74	Überlandwerk Oberschlesien A.-G.	Neiße	8,0
4	100	Gewerkschaft Lohser Werke .	Kunzendorf	100 Kuxe
5	3,75	A-Aktien Berliner Kraft u. Licht A.-G.	Berlin	160 A-Akt. 80 B-Akt.
6	26,25	Berliner Elektrizitäts-Union . .	Berlin	84,0
7	50	Niederschlesische Elektrizitäts-A.-G.	Hirschberg	14,0
8	25,89	Überland-Zentrale Südharz G. m. b. H.	Bleicherode	6,07
9	37	Stromversorgungs A.-G. Weißenfels-Zeitz	Zeitz	4,5
10	25,89	Esag, E-Werk Sachsen-Anhalt A.-G.	Halle	16,0
11	13,1	Landkraftwerke Leipzig A.-G..	Leipzig-Kulkwitz	16,0
12	48,76	Braunschweigische Kohlen-Bergwerke	Helmstedt	12,0
13	10,3	Kommunale Elektrizitäts-Lieferungs A.-G.	Sagan	5,35
14	46	Ostkraftwerk A.-G.	Cosel	13,0
15	1,43	St. Elektrizitätswerk Schlesien A.-G.	Breslau	30,0 St. 0,3 V.
16	1,4 St. 2,0 V.	Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk	Essen	235,6 St. 10,4 V.

[1]) Die kürzlich im Verlag der Presseberichte G.m.b.H., Berlin und schon früher vom Specialarchiv der deutschen Wirtschaft herausgebrachten beiden Karten; „Die Elektrizitätskonzerne Deutschlands" (Siehe S. 414 d. H.) sowie das „Elektrizitätsjahrbuch 1934" von A. Friedrich (ETZ 56 (1935), S. 367) bieten neben den Geschäftsberichten der Werke geeignete Unterlagen für diese Darstellung.

Digitized by Google

II. Der Staat Preußen bedient sich für seine Industrie- und Stromversorgungsunternehmungen der „Vereinigte Elektrizitäts- und Bergwerks AG." (Weba), Berlin, A-K 180 Mill RM, welche ihrerseits die Stromversorgungsunternehmungen in der „Preußische Elektrizitäts AG.", Berlin (Preußenelektra), A-K 110 Mill RM, zusammengeschlossen hat.

Die Preußenelektra beherrscht eine ganze Reihe über ganz Deutschland verteilter Stromversorgungsunternehmungen; ihre Beteiligungen sind in Zahlentafel 4 angegeben.

Zahlentafel 4. Beteiligungen der Preußenelektra.

Lfd. Nr.	Anteil in %	Firma	Sitz	A-K in Mill RM
1	26,25	Berliner Elektrizitäts-Union G. m. b. H. . . . . diese besitzt 100% der B-Aktien der BKL Berlin	Berlin	84,0
2	2,4	Westfälische Elektrizitätswirtschaft G. m. b. H.	Dortmund	75,0
3	26	Elektrizitätsverband Büren-Brilon-Wittgenstein G.m.b.H.	Brilon	0,5
4	48,76	Braunschweigische Kohlenbergwerke	Helmstedt	12,0
5	55,5	Stromversorgungs-A.-G. Oldenburg, Ostfriesland	Oldenburg	10,0
6	41,32	Ostpreußenwerk A.-G.	Königsberg i.Pr.	24,0
7	1	Rhein-Main-Donau A.-G. . . .	München	30,2 St. 0,9 V.
8	26,1	Elektrizitäts A.-G. Mitteldeutschland	Kassel	28,0
9	100	Braunkohlen-Schwelkraftwerk Hessen-Frankfurt (Hefrag) .	Frankfurt	3,0
*)10	27,3	Thüringer Gasgesellschaft . . .	Leipzig	28,0
*)11	6,2	Vereinigte Saar-Elektrizitäts A.-G.	Saarbrücken	37,25 fr.Fr
12	82	Nordwestdeutsche Kraftwerke .	Hamburg	12,0
13	27	Thüringenwerk A.-G.	Weimar	15,0
14	72,5	Schleswig-Holsteinische Stromversorgungs A.-G.	Rendsburg	4,0
15	26	Lahn-Kraftwerke A.-G. . . .	Limburg	2,5
16	28,57	A.-G. Obere Saale	Weimar	12 St. 14 V.
17	73,88	Westpreußische Überlandwerk G. m. b. H.	Marienwerder	4,0
18	50	Nienburger Stromversorgungs A.-G.	Nienburg	1,0
19	66	Hannover-Braunschweigische Stromversorgungs A.-G. . .	Hannover	16,0
20	26	Hessen-Nassauische Überlandzentrale G. m. b. H.	Oberscheld	2,4
21	70,43	Überlandwerke und Straßenbahnen Hannover A.-G. . .	Hannover	16,0

*) 10 und 11 z. T. durch die „Continel" (Continentale Elektrizitäts-Union Basel), an deren Aktienkapital von 20 Mill Fr die Preußenelektra mit 52% beteiligt ist.

III. Die Beteiligungen an Stromlieferungsunternehmungen der übrigen deutschen Freistaaten sind in Zahlentafel 5 zusammengestellt.

Zahlentafel 5. Beteiligungen der deutschen Freistaaten außer Preußen.

Lfd. Nr.	Anteil in %	Firma	Sitz	A-K in Mill RM
		a) Anhalt		
	3	Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt A.-G. (Esag)	Halle	16,0
		b) Baden		
1	100	Badenwerk A.-G., Karlsruhe .		27,0
2	6	Neckar A.-G.	Stuttgart	30,0
		c) Bayern		
1	100	Bayernwerk A.-G.	München	18,0
2	88,9	Walchenseewerk	München	5,0
3	88,9	Mittlere Isar A.-G.	München	27,0
4	9,09	Innwerk Bayerische Aluminium A.-G.	München	13,2
5	5,9	Bayerische Elektrizitäts-Lieferungsgesellschaft A.-G. . . .	Bayreuth	15,0
6	2,8	Lech-Elektrizitätswerke A.-G. .	Augsburg	40,5 St. 0,32 V.
7	36,2 St.	Rhein-Main-Donau A.-G. . . .	München	30,2 St. 0,9 V.
		d) Hamburg		
1	57,3	Hamburger Hochbahn A.-G. .	Hamburg	105,59 St. 0,26 V.
2	28,96St. 100 V.	Hamburgische Elektrizitätswerke A.-G.	Hamburg	88,0 St. 1,0 V.
		e) Mecklenburg		
	7,69	Märkisches Elektrizitätswerk A.-G.	Berlin	80,0
		f) Sachsen		
	100	Aktiengesellschaft Sächsische Werke (ASW)	Dresden	100,0
		g) Thüringen		
1	100	A.-G. Thüringische Werke . .	Weimar	10,0
2	50	Thüringenwerk Landeselektrizitätsversorgung A.-G. . . .	Weimar	15,0
3	2,5 St.	A.-G. Obere Saale	Weimar	12 St. 14 V.
		h) Württemberg		
1	27	Elektrizitätsversorgung Württemberg A.-G.	Stuttgart	10,5
2	1,5	Vorarlberger Illwerke A.-G. . .	Bregenz	35

Neuer Schutz für schienengleiche Kreuzung in den V. S. Amerika.

Im Indiana State in den V. S. Amerika ist im Jahre 1932 für eine Kreuzung einer eingleisigen Eisenbahn mit einer Hauptverkehrstraße eine vom Zug gesteuerte Einrichtung eingebaut worden[1]). Auf der Eisenbahnlinie verkehren täglich etwa 6 Personenzüge und 10 bis 15 Güterzüge, während auf der Verkehrstraße 400 Pferdewagen und 1100 Kraftwagen wochentags und 200 Pferdewagen und etwa 1800 Kraftwagen an Sonntagen die Kreuzung benutzen. Kurz vor dem Bahnübergang ist auf jeder Seite der Eisenbahnlinie eine Schranke, die die Form eines Balkens mit dreieckigem Querschnitt hat, in das Pflaster eingelassen (Abb. 1); im Ruhezustand schließt

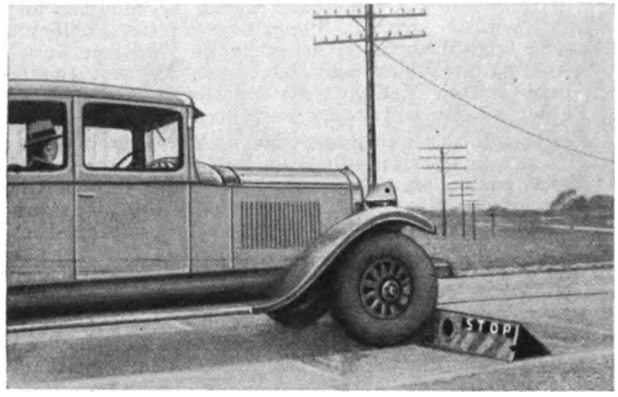


Abb. 1. Schranke für schienengleiche Kreuzung.

die obere Kante mit der Straßenoberfläche ab. Bei Annäherung eines Zuges schaltet dieser über einen Kontakt und Relais einen ½ PS starken Antriebsmotor ein, der die Schranke betätigt; sie erhebt sich etwa 10 cm. Während dieser etwa 10 s dauernden Zeit können die Kraftwagen über die Schranke fahren, ohne daß diese oder erstere irgendeinen Schaden nehmen; die Schranke wird beim Auffahren heruntergedrückt und beim Verlassen der Räder wird sie wieder selbsttätig emporgehoben. Nach diesen 10 s wird die Schranke bis zur vollen Höhe, etwa 25 cm, durch den Motor über die Straßenoberfläche emporgehoben. Befindet sich zufällig während dieser Arbeitsperiode zwischen den beiden Schranken ein Kraftwagen, so kann dieser auf der inneren schrägen Seite der Schranke auffahren, diese herunterdrücken und somit die Kreuzung ungehindert passieren. Nach Verlassen der Schranke wird letztere selbsttätig emporgeschnellt. Wird aber die Schranke durch einen Kraftwagen an ihrer Vorderseite angefahren, so wird dieser, infolge der fast senkrechten konvexen Fläche, die sich der Form des Automobilreifens anpaßt, zurückgeschleudert. Auf der Schranke selbst erscheinen rote Signallichter und die Schriftzeichen „Stop". Ebenso ertönt bei Inbetriebsetzung der ganzen Einrichtung ein Wecker und es erscheinen rote Warnsignale, die den Autofahrer auf die Kreuzung aufmerksam machen. Hat der Zug die Kreuzung überfahren, so wird wiederum durch Relais die Abschaltung der Warnsignale, des Weckers und das Heruntergehen der Schranke innerhalb von 5 s veranlaßt. Bisher soll sich die Anlage gut bewährt haben. Bei einer solchen selbsttätigen Anlage ist natürlich zu bedenken, daß die Güterzüge und Personenzüge verschiedene Geschwindigkeiten haben. In dem vorliegenden Falle ist die Steuerung nach dem schnellsten Zug eingerichtet worden. Es folgt deshalb, daß beim Passieren von Güterzügen die Straßenfahrzeuge erheblich länger warten müssen, bis die Kreuzung wieder freigegeben ist. Beim Ausbleiben der Spannung, die im Normalfalle dem Ortsnetz entnommen wird, hat man eine durch einen Gleichrichter aufzuladende Akkumulatorenbatterie vorgesehen. Es ist nicht angegeben, ob irgendeine Schutzvorrichtung getroffen wurde, falls der Motor oder die Schaltgeräte versagen. In diesem Falle könnte die Einrichtung zu Unglücksfällen führen. *Hs.*

[1]) Rly. Age Bd. 97, S. 409.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrowärme.

Ein elektrischer Strahlungsofen mit Kohlewiderständen. — Im elektrothermischen Laboratorium zu Saint-Gobain haben H. Georges und D. Delpech einen elektrischen Schmelzofen entwickelt, der bereits in verschiedenen Größen und für verschiedene Metalle in Betrieb genommen worden ist. Diese Ofenart besitzt einen waagerechten Heizkörper mit Widerstandselementen aus Kohle- oder Graphitstäben, die durch die Achse des Ofens hindurchgehen und die Wärme frei auf die niederzuschmelzenden Einsätze und auf die Wände der feuerfesten Auskleidung strahlen. Die zugelassene Stromdichte kann beträchtlich sein und sie gestattet eine schnelle Ausführung der Schmelzarbeit bei günstigem Wirkungsgrad. Der Abbrand der Widerstände in den Schmelzöfen für Bronze, Messing, Gußeisen, Stahlguß ist gering und macht nur etwa ⅓ aus dem Elektrodenabbrand in einem elektrischen Lichtbogenofen des gleichen Inhaltes aus. Der Ofenmantel ist zylinderförmig und ruht auf Rollen, so daß der ganze Ofen gedreht werden kann. Dadurch wird eine Ausnutzung der Wärme der Ofenauskleidung ermöglicht. Ein Versuchsofen von 80 kg Inhalt, der bei 26 bis 31 V, 2500 A, mit 68 bis 77 kW arbeitet, ergab folgende Werte für die Schmelzdauer für verschiedene aufeinanderfolgende Schmelzungen und den Stromverbrauch:

Schmelzdauer in min	Verbrauch in kWh	Verbrauch in kWh/kg
106	121	1,51
55	69	0,855
44	52	0,653
42	52	0,648
40	49	0,615
36	46	0,580

Der Elektrodenabbrand beträgt 1,650 kg je 1000 kWh. Die Einphasenöfen finden besonderes Interesse für kleine Einheiten. Es sind bereits Öfen von 4 t Inhalt für die Erzeugung von Stahlguß gebaut worden, die 3 Graphitstäbe von 50 mm Dmr. haben. Diese Öfen haben sich als sehr anpassungsfähig erwiesen, da ein einfaches Einstellen der Spannung die Leistungsfähigkeit des Ofens sofort zu ändern vermag. Auch der Temperaturanstieg vollzieht sich sehr schnell. Die Höchsttemperaturen werden lediglich durch die Beschaffenheit der feuerfesten Auskleidung begrenzt. (L'Usine Bd. 43, H. 41, S. 34.) *Kp.*

Ein Sicherheits-Heizkissen. — Die Forderung nach erhöhter Sicherheit wird bei Heizkissen mit Rücksicht auf ihre oft leicht brennbare Umgebung mit Recht immer wieder erhoben. Einen bedeutenden Fortschritt in

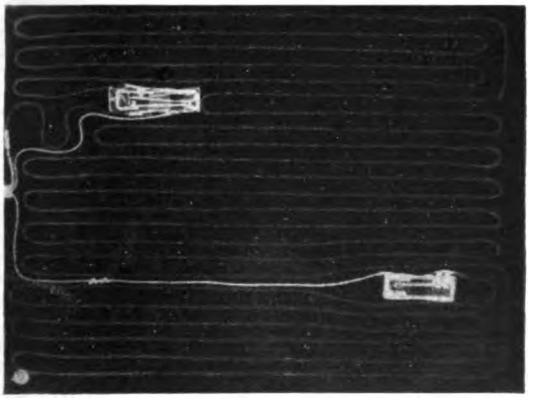


Abb. 1. Röntgenbild des Protos-Sicherheitsheizkissens EHKS

dieser Richtung stellt die Konstruktion dar, die im Röntgenbild (Abb. 1) gezeigt wird. Der besonders hohe Sicherheitsgrad wird erreicht durch:

1. Verlegung von nur einem Stromkreis, dadurch Fortfall von Anschlüssen im Zug der Wicklung, ferner Vermeidung großer Potentialdifferenzen zwischen benachbarten Wicklungszweigen auf allen Schaltstellungen.
2. Reichlichen Drahtquerschnitt durch große Drahtlänge, damit Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beschädigung und Korrosion.
3. Sichere Lagerung der Kordel durch Einkleben, somit Vermeidung von „Nestern" durch Verlagerung der Heizwendel.
4. Kräftigen, direkt geheizten Hauptregler mit sicherer Momentschaltung durch S-Feder, stromlose Bimetallfeder, zuverlässige Temperaturregelung durch Änderung der Eigenheizung des Reglers.
5. Sichere Temperaturüberwachung auch bei Teilabdeckung durch einen zweiten Strombrückenregler.

Es ist bei diesem Kissen bewußt davon abgegangen worden, unter allen Umständen „billig" zu sein. Dafür bietet die sorgfältige Materialauswahl und der auch außergewöhnlichen Beanspruchungen Rechnung tragende Aufbau Gewähr, daß man jene hohe Sicherheit erhält, die der heutige Stand der Technik ermöglicht. *Wmn.*

Elektrischer Schmelzofen in Rußland. — Es wird über einen neuen 3 t-Elektroofen des Ing. Morosenski berichtet. Der Ofen ist mit einer Mehrphasenwicklung, welche ein Drehfeld quer zur Achse der Elektroden hervorruft, versehen. Eine solche Einrichtung gibt die Möglichkeit, die Lage des Lichtbogens im Ofen zu verändern und die Lichtbögen sogar in Drehung zu bringen. Durch die Verlagerung des Lichtbogens in die gewünschte Stelle des Ofens kann der Schmelzprozeß beschleunigt werden. Eine Vereinigung der Lichtbögen im Mittelpunkt des Ofens am Anfang des Schmelzprozesses hat zur Folge, daß nur eine Schmelzstelle entsteht, und daß das Abrutschen des Einsatzes an einzelnen Elektroden aufhört, wodurch die Stromstöße sich verringern. Unter der Einwirkung des Drehfeldes wird das geschmolzene Metall systematisch durchgemischt und auf diese Weise seine Güte verbessert. Auch können die Lichtbögen von der Einmauerung des Ofens weiter entfernt werden, wodurch ihre Lebensdauer erhöht wird. Die Versuche zeigen, daß durch die Anwendung des neuen Verfahrens die Dauer des Schmelzvorganges um etwa 30 % verkürzt und der Energieverbrauch je t um etwa 40 % kleiner wird. Bei Anwendung des Drehfeldes wird der Gehalt an Kohlenstoff und Phosphor im Schmelzgut 3- bis 4mal rascher herabgesetzt, und ein Schwefelgehalt des Beschickungsgutes von 0,12 % konnte auf 0,02 % während 20 bis 30 min mit Drehfeld gegen 0,05 % während 75 min ohne Drehfeld verkleinert werden. (Technika vom 18. X. 1934 und 15. II. 1935.) *Th. S.*

Leitungen.

Über die Zerstörung der Isolation von Leitungen und Kabeln durch Glimmerscheinungen. — In Elektrotechn. u. Maschinenb. werden etwas ausführlicher als kürzlich in der ETZ[1]) die Vorbedingungen für das Auftreten von Glimmentladungen, die durch ihre Ozonerzeugung der Gummiisolation von elektrischen Leitungen gefährlich werden können, sowie die bei verschiedenem Aufbau der Isolation sich einstellende Feldverteilung durchgesprochen. Folgendes ist, soweit es in der ETZ nicht schon angegeben ist, erwähnenswert:

Für die Bildung von Rissen in normalen Gummihüllen sind 0,003 % Ozon und eine Dehnung des Gummis von 10 % notwendig. — Die zerstörende Wirkung von Sonnenlicht- und Quarzlampenstrahlen auf Gummi rührt hauptsächlich von dem durch sie erzeugten Ozon her. — Es ist gefährlich, beim Prüfen von gummiisolierten Leitungen mit der Spannung so hoch zu gehen, daß Ozonbildung eintritt, da dann der Gummi angegriffen werden kann, um vielleicht erst später im praktischen Betrieb durchzuschlagen. — Als Abhilfe gegen die Ozonempfindlichkeit des Gummis wird die Beimischung von organischen Antioxydantien genannt. Aussichtsreicher soll es sein, die größte Ozonempfindlichkeit aus dem Bereich einer Dehnung von 10 bis 20 % in den für Leitungen ungefährlichen Bereich von 50 % zu legen. (In Deutschland hat sich die Verwendung von nichtvulkanisiertem Gummi als Schutzschicht oder auch als alleinige Isolation bewährt. Anm.

[1]) H. Viehmann, ETZ 55 (1934) S. 969.

Digitized by Google

d. Berichters.) — Die italienischen Vorschriften zur Prüfung der Ozonfestigkeit von Hochspannungs-Zündleitungen werden angegeben. — Von der Führung der Hochspannungs-Zündleitungen durch Metallröhren wird wegen der hierdurch vergrößerten Ozonerzeugung und -konzentration abgeraten. Die freie Leitungsführung wird empfohlen. (Bei normalen Autoanlagen wird dies ohne weiteres möglich sein, in Fällen aber, wo die Leitungen wegen Funkstörungen metallisch abgeschirmt werden müssen, ist die Verwendung von ozonwiderstandsfähigen Leitungen unumgänglich. Anm. d. Berichters.)

Bei Hochspannungs-Massekabeln wird im schweren, aussetzenden Betrieb das Öl der Tränkmasse allmählich nach außen getrieben. Die innersten, am höchsten beanspruchten Papierschichten trocknen aus. Das Harz wird in ein chemisch überaus widerstandsfähiges Polymerisationsprodukt, in den sog. gelben Körper, übergeführt. Das Vorhandensein dieses gelben Körpers ist ein Zeichen dafür, daß auch hier Ozon am Werk war. Bei weiterer starker Belastung des Kabels verkohlt das Papier, und der Durchschlag wird eingeleitet. Höchstspannungs-Massekabel sind daher nicht für hohe, stark schwankende Ströme geeignet. In diesem Falle müssen Öl- oder Druckkabel verwendet werden. (Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 52, S. 429.) *Vn.*

Schwingungsmessungen an Kabeln auf Eisenbrücken. — Die in Brücken eingelagerten Kabel korrodieren unter den ständigen Erschütterungen und Schwingungen des Brückengerüstes verhältnismäßig schnell[1]). Daher hat man im Bereiche der Reichspostdirektion Regensburg Versuche gemacht, ein Fernkabel, das bei Mariaort über eine Eisenbahnbrücke führt, federnd aufzuhängen und diese Aufhängung durch den nachträglichen Einbau verschiedenartiger Dämpfungsfedern noch weiter zu verbessern. An jeder federnden Kabelaufhängung, und zwar unterhalb des Kabels und parallel zu ihm, wurde als Dämpfung eine Blattfeder (Länge rd. 65 cm, Dicke 5 bis 7 mm, Breite 30 bis 40 mm) oder ein Federpaket von drei Blattfedern (Länge 90, 75 und 50 cm, Dicke 5 mm, Breite 50 mm) eingebaut. Der Einbau wurde so durchgeführt, daß nur das eine Ende jeder Feder mit dem Kabelschutzeisen durch eine Rohrschelle starr verbunden wurde. Das andere Ende wurde so gelagert, daß es sich zwar seitlich nicht verschieben, aber in der Längsrichtung frei bewegen konnte, so daß die Durchbiegung der Feder nicht gehindert wurde. Auf einer Messingunterlage, die mit der Brücke starr verbunden war, konnte die Blattfeder in der Längs- und in der Querrichtung mit mäßiger Reibung frei gleiten; bei senkrechten Schwingungen bog sie sich mehr oder weniger durch, bei waagerechten verschob sie sich aus der Ruhelage nach rechts oder links. Durch die Blattfedern, die ganz andere Schwingungszahlen als die vorhandenen Spiralfedern der Aufhängung hatten, wurden die senkrechten Schwingungen daran gehindert, sich auf größere Beträge aufzuschaukeln; die waagerechten Schwingungen dagegen wurden durch die Reibung der Blattfedern auf der Messingunterlage abgebremst.

Zur Feststellung der Größen der Schwingungswerte wurde als Meßinstrument ein äußerst empfindlicher Hebelschreiber verwendet, der vom Verfasser der vorliegenden Sonderaufgabe angepaßt worden war und als Dauerregistriergerät alle Tag- und Nachtzüge selbsttätig aufschrieb. Das Meßinstrument hat sich bewährt, und es konnten unbedingt zuverlässige Meßergebnisse erzielt werden.

Die Ergebnisse der Schwingungen werden eingehend beschrieben und durch Diagramme erläutert. Danach haben sich die neuen Dämpfungsfedern beim federnd aufgehängten Fernkabel auf der Mariaorter Eisenbahnbrücke sehr gut bewährt und die Schwingungsausschläge bis um 76 % vermindert. Weitere Verbesserungen werden sich nach den bisherigen Messungen durch geeignete Anpassung der Stärken, Längen, Spannungen und Abstände der Dämpfungsfedern erzielen lassen. Es wird noch besonders darauf hingewiesen, daß die federnde Aufhängung des Fernkabels bei Mariaort nunmehr seit über 7 Jahren, die bei Ingolstadt mehr als 10 Jahre besteht, und daß während dieser Zeit keinerlei Beschädigungen oder Störungen aufgetreten sind. (R. Bletschacher, Europ. Fernsprechdienst 1934, H. 34, S. 29.) *Umn.*

Installation.

Kennzeichnung von Hilfsleitungen und ihren Anschlußstellen in Starkstromanlagen. — Der VDE hat durch das Normenblatt DIN VDE 707 Richtlinien für die Kennzeichnung von Hilfsleitungen und ihre Anschlußstellen in Starkstromanlagen festgelegt. Für die Kennzeichnung der Leitungen ist nun eine entsprechende Endhülse auf den Markt gebracht worden. Abb. 2 zeigt ihre Anwendung bei Leitungen, die an einer Klemmleiste endigen. Die Endhülsen bestehen aus Trolit und sitzen infolge ihres scharfen konischen Innengewindes (Abb. 3), das sich in die Isolation des Drahtes einschraubt, auf den Leitungsenden vollständig fest. Auf eine Führungsleiste dieser Endhülsen lassen sich bis zu 5 einzelne Schildchen, ebenfalls aus Trolit, aufschieben, die mit unverwischbaren Zeichen entsprechend den VDE-Normen versehen werden. Durch das konische Innengewinde der Endhülsen ist es möglich, mit zwei Größen für alle in Schaltanlagen vorkommenden Leitungsquerschnitte auszukommen. Die Endhülsen werden während der Leitungsverlegung auf die Drahtenden aufgeschraubt, während die Bezeichnung durch Aufschieben der Schildchen nachträglich an Hand des Schaltbildes erfolgen kann. Die Verbindung von Endhülsen, die die Isolation der Drähte sauber und fest abschließen, mit einer Leitungsbezeichnung, wie sie den neuesten Vorschriften entspricht, ist durch diese Neuerung gut gelöst. *H. Gw.*

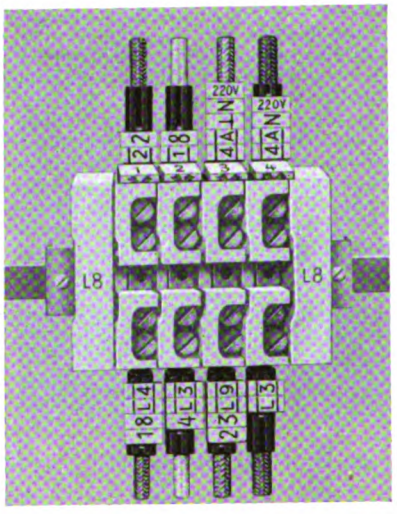


Abb. 2. Beispiel für die Kennzeichnung von Hilfsleitungen.

Abb. 3. Schnitt durch eine Endhülse.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Elektrostatisches Induktionselektrometer für hohe Gleichspannungen und kleine Spannungsänderungen. — Das von A. Hinzpeter angegebene Elektrometer besteht aus zwei einander gegenüberstehenden, durch eine geerdete Blende getrennten Platten. An die obere Platte 1 kann die zu messende Spannung angelegt werden. Die untere Platte 2 ist mit dem Faden eines Einfadenelektrometers verbunden; sie kann durch einen von außen zu betätigenden magnetischen Federkontakt geerdet werden. Die Messung hoher Spannungen erfolgt nach dem Induktionsverfahren. Bei geerdeter Hochspannungselektrode oder geschlossener Blende wird die Erdung des Fadens aufgehoben, dann die Hochspannung angelegt oder die Blende geöffnet. Ein Teil des Kraftflusses von 1 gelangt durch die Blende zur Platte 2 und ruft einen Ausschlag hervor. Zur Messung von Spannungsänderungen der Primärspannung dient das Kompensationsverfahren. Bei geerdetem Faden wird die Hochspannung angelegt oder die Blende geöffnet. Dann wird die Erdung aufgehoben; der Faden bleibt in Ruhe, folgt aber jeder Spannungsänderung. Änderungen bis zu 0,1 ‰ sind so leicht feststellbar. Die Eichung kann mit Spannungen von nur 500 V erfolgen; das Übersetzungsverhältnis wird lediglich aus Widerstandsverhältnissen sehr genau ermittelt. Die notwendige gute Isolation des Fadensystems wird durch Kompensation der natürlichen Ionenströme im Felde desselben mit Hilfe eines entgegenwirkenden Hilfsfeldes erreicht, welches auf die Messung keinen Einfluß hat. (A. Hinzpeter, Ann. Physik Bd. 17, S. 41.) *Br.*

Tragbares Herzmeßgerät. — Ein neuer tragbarer Elektrokardiograph wird unter Hinweis auf die Gesichtspunkte, die gegenwärtig auch vom medizinischen Standpunkte aus für ein Herzmeßgerät in Frage kommen, be-

[1]) ETZ 53 (1932) S. 463.

Digitized by Google

schrieben. Vor 3 Jahren wurde in dieser Zeitschrift[1]) bereits ein tragbarer Verstärker-Spannungs-Elektrokardiograph beschrieben, der unter den gleichen Gesichtspunkten entwickelt worden war. Während nun bei dem dort beschriebenen Instrument, um besonders den Forderungen leichter Ortsveränderlichkeit, Transportsicherheit und Erschütterungsfreiheit bei kleinsten Abmessungen zu entsprechen, ausschließlich zur Verwendung von Elektronenröhren gegriffen wurde, beschreibt eine andere Firma ein neues gedrängtes Herzmeßgerät unter Verwendung ihres Saitengalvanometers. Wie weit das Gerät hinsichtlich der Erschütterungsunempfindlichkeit und Transportsicherheit genügt bzw. die Empfindlichkeit des Röhrengerätes erreicht, läßt die Beschreibung nicht erkennen; es wird aber in der Beschreibung auch auf die Möglichkeit einer Röhrenverstärkung hingewiesen. Die Vorrichtung für Kassettenaufnahme entspricht den von neueren Oszillographen her bekannten Anordnungen, ebenso auch die bekannte Lichtzeigerteilung zum Zwecke gleichzeitiger photographischer Aufzeichnung und Sichtbeobachtung. Das vollständige Gerät besitzt eine Kastenlänge von 97 cm und wiegt 23 kg. Als Lichtquelle für die photographische Aufzeichnung dient eine 8 V-Glühlampe zum Anschluß an einen Akkumulator. Die Zeitregistrierung erfolgt durch Abdeckung des Lichtzeigers in $^1/_5$ s-Folge, so daß weiße Querstriche auf der Kurve entstehen. (Z. Instrumentenkde. Bd. 54, S. 52.) *Schö.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Selbsttätige Zugsicherung. — Eine von Kofler angegebene selbsttätige Fahrsperre gehört zu den mechanischen Zugsicherungen. Sie besteht im wesentlichen aus dem Streckengerät und den Bügeln auf der Lokomotive. Das Streckengerät, entweder am Hauptsignal oder an einem mit dem Gleis verankerten Mast angebracht, besteht aus einem Klappmechanismus mit einem Ausleger, dessen Ende als Anschlaghebel ausgebildet ist. Dieser Anschlag-

Abb. 4. Fahrsperre, eingebaut in Köln.

hebel ist mit dem Signalantrieb verstellbar und ragt bei Haltstellung in den neutralen Raum des Lichtraumprofiles, etwa 3,60 m über SO (Abb. 4). Auf dem Dach der Lokomotive oder des Triebwagens befinden sich zwei Bügel, ein Schleif- und ein Anschlagbügel (Abb. 5). Überfährt eine Lokomotive das auf „Halt" gestellte Signal, so gleitet der Anschlaghebel auf dem Schleifbügel entlang, öffnet durch Nachgeben des genannten Bügels ein Ventil und setzt dadurch die Druckluftbremse in Tätigkeit. Inzwischen gelangt der Anschlaghebel auf den festen Anschlagbügel. Durch den auftretenden Widerstand wird er in der Fahrtrichtung mitgenommen, d. h. verdreht. Diese Verdrehung des Anschlaghebels läßt den Klappmechanismus zur Wirkung kommen; er wird den Hebel aus dem Profil schwenken und ihn vor Beschädigungen durch nachfolgende Wagenteile (sperrige Ladungen) wahren. Die selbsttätige Entfernung aus dem Profil erfolgt ohne Änderung des Signals. Zu bemerken ist ferner, daß die Entfernung des Anschlaghebels aus dem Lichtraumprofil erst dann erfolgt, wenn der Anschlaghebel die Alarm- oder Bremsvorrichtung betätigt hat. Bei Umstellung des Signals auf „Frei" verbindet sich der Antrieb des Klappmechanismus zwangläufig mit dem des Signals, so daß bei erneuter Haltstellung des Signals selbsttätig der Ausleger mit Anschlaghebel zur Zugbeeinflussung gelangt. Die sich berührenden Teile sind tangential angeordnet, so daß sie bei den unvermeidlichen Schwankungen der Fahrzeuge ihre gegenseitige Wirklage nur unwesentlich ändern.

[1]) ETZ 53 (1932) S. 1042.

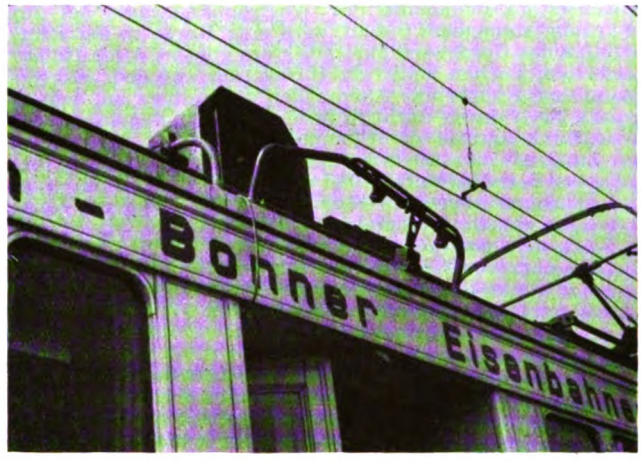


Abb. 5. Dach eines Triebwagens mit den Vorrichtungen zur selbsttätigen Zugsicherung.

Versuche auf der Isartalbahn in München ergaben ein gutes Ergebnis. Ebenfalls waren Versuchsfahrten auf der Rheinuferbahn (Köln—Bonn), bei denen die Fahrsperre bei der Geschwindigkeit von 98 km/h erprobt wurde, von Erfolg begleitet. *Kb.*

Die induktive Zugbeeinflussungseinrichtung der SBB. — Die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) sind nach eigenen Versuchen mit mechanischen, kontaktelektrischen und induktiven Zugbeeinflussungseinrichtungen sowie nach Unterrichtung über die mit solchen Geräten bei anderen Bahnverwaltungen gesammelten Erfahrungen zu der Überzeugung gekommen, daß ihren Anforderungen nur eine induktive Einrichtung genügt. Gewählt wurde ein induktives System, das von den SBB weiterentwickelt wurde und dessen Aufbau aus Abb. 6 hervorgeht. Der seitliche Gleismagnet *3*

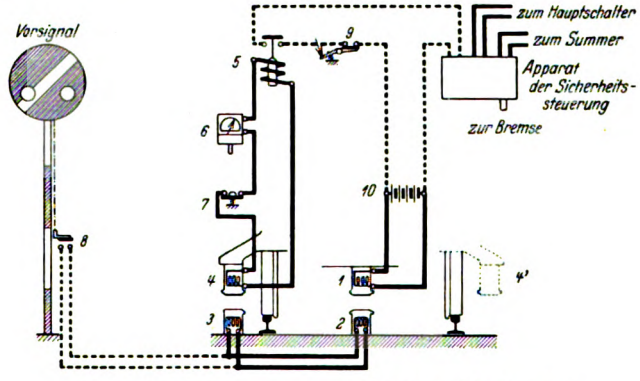


Abb. 6. Schaltanordnung der Zugsicherung.

liegt stets auf der linken Seite. Damit auf einer eingleisigen Strecke die elektrische Lokomotive, die nicht gedreht wird, bei Fahrt in Gegenrichtung beeinflußt wird, ist die Lokomotive mit zwei Empfangsmagneten *4* und *4'* ausgerüstet, von denen nur der jeweils linke mit dem Sicherungsrelais verbunden ist; die Umschaltung erfolgt zwangläufig bei Umschaltung des Fahrtrichtungschalters der Lokomotive. Auf Grund der Versuchsergebnisse auf der Strecke Bern—Thun hat der Verwaltungsrat der SBB Ende 1933 beschlossen, innerhalb von 3 bis 4 Jahren die elektri-

Digitized by Google

sierten Linien (mit Ausnahme einiger weniger wichtiger Strecken) sowie sämtliche elektrische Triebfahrzeuge mit Zugsicherung „Signum" auszurüsten. Gemäß den aufgestellten Bedingungen wird auf dem Triebfahrzeug die Zugkraft abgeschaltet, eine Schnellbremsung eingeleitet und eine Alarmpfeife eingeschaltet, falls der Führer die Wachsamkeitstaste nicht rechtzeitig drückt. Bei Vorbeifahrt des Zuges am Streckengerät, das am Vorsignal aufgestellt und in Abhängigkeit von diesem gesteuert wird, ohne gleichzeitige Bedienung der Wachsamkeitstaste bei auf Warnung stehendem Signal, wird eine Marke in den Prüfstreifen des Geschwindigkeitsmessers gelocht. Unmittelbar nach dem Lochen zeigt ein Hornsignal auf dem Führerstand dem Führer das Ansprechen der Anlage an, dem er jedoch noch durch nachträgliche sofortige Bedienung der Wachsamkeitstaste zuvorkommen kann. Das Ausschalten der Zugkraft, das Auslösen der Schnellbremse und die Betätigung der Alarmpfeife bei achtlosem Überfahren eines auf Warnung stehenden Signals wird in einfacher Weise durch die ohnehin vorhandene Totmanneinrichtung herbeigeführt, da diese Sicherungseinrichtung die gleichen Wirkungen hervorruft, sobald der mit den Kontakten des Relais *5* in Reihe liegende Fußtrittschalter *9* nicht niedergetreten wird. (SBB-Nachrichtenblatt Bd. 11, S. 2.) *Spi.*

Dieselelektrische Verschiebelokomotiven der französischen P.L.M.-Bahn. — Die P.L.M.-Bahn hat drei dieselelektrische Verschiebelokomotiven auf ihren Pariser Bahnhöfen in Dienst gestellt, um damit Erfahrungen gegenüber dem Dampfbetrieb zu sammeln, der bisher von vierfach gekuppelten Rangierlokomotiven versehen wurde. Die Lokomotiven müssen auf einer Steigung von 14 ‰ einen Zug von 700 t sicher anziehen und auf eine Geschwindigkeit von mindestens 7 km/h beschleunigen können. Dabei darf die Stundenleistung der Motoren nicht überschritten werden. Die tägliche ununterbrochene Dienstleistung im Verschiebedienst soll 22 h betragen. Eine dieser Lokomotiven wird in der unten angegebenen Quelle beschrieben.

Der von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg gelieferte 6zylindrige Dieselmotor mit direkt gekuppeltem Generator ist in der Längsachse des Lokomotivgehäuses aufgestellt, das auf zwei dreiachsigen Drehgestellen ruht. Die beiden äußeren Achsen jedes Drehgestells sind durch je einen künstlich gelüfteten Tatzlagermotor angetrieben. Die mittlere Laufachse mußte hinzugefügt werden, weil sonst der zulässige Achsdruck überschritten worden wäre. Die Federn der beiden außen liegenden Treibachsen jedes Drehgestells sind durch Ausgleichhebel miteinander verbunden, während die innen liegenden Laufachsen unabhängig davon abgefedert sind. Der Dieselmotor besitzt eine Leistung von 600 PS bei 700 U/min. Er kann mit drei Umdrehungszahlen betrieben werden, 300, 450 und 700 U/min. Der zehnpolige Generator französischer Herkunft besitzt eine Stundenleistung von 340 kW. Er dient außer zur Speisung der Triebmotoren auch zum Anlassen des Dieselmotors. Er besitzt drei Erregerwicklungen, und zwar eine von einer Batterie gespeiste Reihenschlußwicklung zum Anlassen des Dieselmotors, eine von der Hilfsdynamo fremd erregte zweite Wicklung, mit der die Leistungsregelung vorgenommen wird, und schließlich eine Zusatzwicklung, die beim Anlassen des Dieselmotors parallel zur erstgenannten Wicklung arbeitet und beim Lauf zur Feldschwächung benutzt wird. Die Lokomotive ist mit einer selbsttätigen Steuerung versehen, die auf den höheren Fahrstufen die Brennstoffzufuhr zum Dieselmotor und die Erregung des Generators selbsttätig je nach Belastung regelt. Die Steuerung kann aber auch von Hand bedient werden, wenn Störungen in der selbsttätigen Steuerungseinrichtung auftreten. (M. Tourneur, Rev. gén. Chem. de Fer Bd. 52, S. 107.) —*sb.*

Versammlung der Eisenbahn-Elektroingenieure in Chicago. — Die amerikanische Vereinigung der Eisenbahn-Elektroingenieure hielt im Oktober v. J. in Chicago ihre Hauptversammlung ab. Der Bericht des Geschäftsausschusses behandelte sehr eingehend die Frage der künstlichen Luftkühlung der Wagen, die durch eisgekühlten Luftstrom, durch mechanisch oder durch Dampfejektor verdichtete Luft bewirkt werden kann. Mit derartigen Einrichtungen sind z. Z. über 2300 Wagen ausgerüstet. Zum mechanischen Antrieb werden meist Drehstrommotoren für eine Klemmenspannung von 208 V benutzt, für die statt der bisher üblichen 208 V-Anlagenspannung mit besonders starken Zuführungskabeln zwecks geringstmöglichen Spannungsabfalls nunmehr 220 V-Anlagenspannung empfohlen wird, wobei man gegebenenfalls einen Anzapftransformator zwischenschalten kann. Bei Kühlanlagen für Gleichstrom kommen wegen des verhältnismäßig großen Strombedarfs neben der Einheitsspannung von 32 V auch 64 und 110 V in Betracht. Diese Frage wird in nächster Zeit geklärt werden. Zur eng damit verbundenen Frage der Akku-Batterien wurde vorgeschlagen, als Ladesätze tragbare Motorgeneratoren in jedem Wagen vorzusehen, die an die durchgehende 220 V-Drehstromspeiseleitung angeschlossen werden. Die Zugspeisung für Licht und Kraft geschieht am besten durch einen einzigen Stromerzeuger auf der Lokomotive. Wagenbautechnische Verbesserungen bezüglich der Hitzeabhaltung vom Wageninnern erleichtern im Prinzip die Kühlfrage.

Bei der Wagenbeleuchtung sind erwähnenswert Glühlampen mit 2 Fäden verschiedenen Stromverbrauchs, die entweder wahlweise einzeln oder zugleich eingeschaltet werden können, und somit drei verschiedene Leuchtstärken ergeben. Neu sind auch die Mazda-Lumaline-Röhrenlampen mit Kontakten an jedem Ende als Bandlichtquellen.

Leuchtröhren haben einen an sich hohen Wirkungsgrad. Indessen sinkt dieser auf denjenigen von Glühfadenlampen, sobald eine Lichtfarbe ähnlich der von Glühlampen oder dem Tageslichte erwünscht ist. Für Außenbeleuchtung und große Wagenhallen haben sich Hochdruck-Quecksilber- oder Natrium-Dampflampen gut bewährt. Die Wagenbeleuchtung als Ganzes befriedigt noch nicht. Insbesondere muß die beste Lichtausbeute bei gegebenen Raumverhältnissen noch sorgfältiger untersucht werden.

Bei der elektrischen Lokomotivausrüstung ist eine verbesserte Einheits-Führerhauslampe erwähnenswert, bei der eine einzige Lampe (60 oder 100 W) als Lichtquelle für die verschiedenen Meßgeräte und sonstigen Anlagenteile, die einer Beleuchtung im Führerhause bedürfen, benutzt wird. Die Frage der Benutzung von Sicherungen in den einzelnen Stromkreisen ist noch nicht endgültig geklärt. Es wird empfohlen, in den Stromkreisen der Kopflichter, der Zugkontrolle, der Führerhaussignale und selbsttätigen Zugüberwachung Sicherungen fortzulassen; bei den andern Stromkreisen können sie benutzt werden. Für die Kopflichter ist eine Dreipunktaufhängung des Lampenkörpers beachtenswert, die ein genaues Ausrichten des Lichtkegels gestattet. Beim Entwurf der Kopflichtergehäuse ist darauf zu achten, daß die Lampe zwanglos, d. h. ohne Gefahr einer Sockelbeschädigung, über die häufig geklagt wird, eingesetzt werden kann. Weiterhin wurde ein elektrischer Schaummesser für die Kesselwasserkontrolle vorgeführt.

Bezüglich der Dieselmotoren für die elektrischen Stromerzeuger wurde auf die Bedeutung der richtigen Wahl und Erprobung des Brennöles hingewiesen. In Gegenden mit niedrigen Außentemperaturen sollten diese Motoren in erwärmten Räumen untergebracht werden (Kühlmantelschäden!).

In ortsfesten Bahnanlagen finden elektrische Einrichtungen bei Schweißgeneratoren, Werkstattkranen, Pumpwerken und Drehscheiben Anwendung. Gegenstand der Aussprache waren die Schmierung der Elektromotoren und die Verwendung von thermischen Relais und Sicherungen als Motorschutz. Ein Thermorelaisschutz empfiehlt sich bei Schweißgeneratoren. Thermische Relais zeigten beim Anlassen, besonders bei Außenkälte, einige Anstände. Der Einbau eines Wärmeanzeigers an einer Wasserpumpe, neben den Stopfbuchsenpackungen, würde es ermöglichen, den Motor abzuschalten, falls die Pumpe beim Anfahren kein Wasser ansaugt. Bei einzelgelegenen Pumpenanlagen haben sich elektrische Heizkörper im Raum als Frostschutz für die Pumpe nützlich erwiesen Bei laufendem Maschinensatz wird diese Heizung durch einen Thermostaten abgeschaltet. Für Drehscheiben-Steuergeräte sind Umkehrwalzenschalter mit einer Drehbewegung, gemäß der Schwenkrichtung der Drehscheibe, am leichtesten zu handhaben. Untersucht wird die Frage der Zugkraftverteilung bei Verwendung zweier Drehscheibenmotoren. Die oberirdische Stromzuführung bei Drehscheiben ist derjenigen durch unterirdische Kabel bis zum Mittelpunkt der Scheibe vorzuziehen, da Kabel bei Frost leicht beschädigt werden können. Beim Entwurf der Drehscheiben-Kraftversorgung ist auf Unabhängigkeit gegenüber Bränden im benachbarten Lokomotivschuppen zu achten.

Bei der drahtlosen Verständigung zwischen dem Fahrzeug und der Blockstelle zeigte man ein Ultra-Kurzwellengerät, ferner ein Gerät mit Trägerstrom an den Schienen und einer Seitenleitung sowie ein Gerät mit Trägerstrom an Schiene und Erde. Verlangt werden dringend Verständigungsgeräte zwischen der Lokomotive und dem Zugende bei Zügen bis zu 200 Wagen.

Digitized by Google

Bei der Behandlung der elektrischen Elektrodenschweißung zeigte man neue Schweißelektroden für Schnellschweißung, mit denen Verbindungen mit einer Zugfestigkeit von 5300 kg/cm² erzielt wurden. Erörtert wurde die bekannte Entwicklung der elektrischen Schweißtechnik der letzten Monate und betont, daß alle Schweißeinrichtungen nur von geschulten Leuten unter genauer Aufsicht von Arbeit und Gerät zu guten Ergebnissen führen können. Elektrische Lichtbogenschweißung bei Aluminium erweist sich neuerdings bei Wagenkästen gegenüber der Gasschweißung überlegen.

Den Beschluß der Versammlung machten allgemeine wirtschaftliche Betrachtungen über Bezug und Verteilung elektrischer Energie, die für deutsche Verhältnisse von geringerem Interesse sind. (Rly. Age Bd. 97, S. 441.) *Mal.*

Bergbau und Hütte.

Elektrische Verriegelung zur Sicherung der magnetischen Aufbereitung. — In der magnetischen Tonaufbereitung der neuen Tonrösterei auf dem Bahnschachtgelände des Steinkohlenbergwerks Cons-Rubengrube hat man zur Vermeidung von Bedienungsfehlern in der magnetischen Aufbereitung und zur Verhinderung der Beeinträchtigung der Magnetscheidung durch Störungen eine besondere Einrichtung getroffen. Es galt insbesondere zu verhindern, daß die drei Magnetscheider ohne Magnetstrom laufen, und daß sie vor Erregung der Stromspulen in Betrieb gesetzt werden können. Ferner darf der Magnetstrom nicht unter einen bestimmten Mindestwert heruntergehen, ohne daß der Scheider außer Betrieb gesetzt wird. Schließlich müssen auftretende Schäden an den Spulen, durch die der Magnetstrom gemindert oder ganz unterbrochen wird, die Anlage selbsttätig außer Betrieb setzen. Die drei Scheider werden über einer gemeinsamen Transmission von einem Drehstrommotor angetrieben. Die Scheider selbst werden jedoch über einen Regelwiderstand mit Gleichstrom gespeist. In jedem Magnetstromkreis wurde ein Relais eingebaut, das beim Ausfall des Magnetstromes (Gleichstrom) abfällt und den Drehstromkreis des Antriebsmotors über einen Schutzschalter unterbricht. Insofern hat man eine elektrische Verriegelung der beiden Stromkreise erreicht. (Z. Berg-, Hütt- u. Sal.-Wes. Bd. 82, S. 47.) *Sgm.*

Schrapperdoppelmotor mit Riemenscheibenkupplung. — Um vorhandene schwache Motoren für den Schrapperbetrieb weiter verwenden zu können, wurde auf einem Kaliwerk eine Riemenscheibenkupplung zum Kuppeln gleichstarker und gleichtouriger Motoren durchgebildet, die sich im Betriebe sehr gut bewährt hat. Die eine Hälfte der Kupplung hat 6 Stahlbolzen mit Lederhülsen und Scheiben. Die Stahlbolzen sind konisch eingesetzt und durch Kronenmutter befestigt und mit Splint gesichert. Die andere Hälfte der Kupplung hat 6 Öffnungen, in welche die Lederhülsen genau passen. (Z. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wes. Bd. 81, S. 18.) *Sgm.*

Elektrische Antriebe in der Schiffahrt.

Der elektrische Schiffschraubenantrieb bei der italienischen Marine. — In Italien sind, obwohl man dort die Vorteile des elektrischen Schraubenantriebes wohl zu schätzen weiß, keine größeren Kriegs- und Handelsschiffe mit elektrischem Schraubenantrieb ausgeführt worden mit Rücksicht auf die größeren Verluste, das höhere Gewicht und die größeren Kosten. Dagegen ist eine Reihe kleinerer Schiffe mit diesem Antrieb ausgerüstet, bei denen besondere Verhältnisse ausschlaggebend waren.

So wurde z. B. ein Schlepper mit einem Dieselmotor und Gleichstromkraftübertragung mit einer Leistung von 110 kW gebaut. Drehzahl des Aggregates 750 U/min, des Schraubenmotors 130 bis 160 U/min, Spannung 220 V für den Hauptstromkreis und 110 V für die Erregung usw. Außerdem sind 2 Fähren „Scilla" und „Cariddi" für den Dienst in der Straße von Messina mit dieselelektrischem Antrieb ausgerüstet worden. Das Fahrzeug hat nur hinten 2 Schrauben. Es sind 3 Dieselsätze mit 380 U/min und einer Gesamtleistung von 1600 kW vorgesehen. Jede Dynamo (Gleichstrom) kann 600 kW bei 330 V und 360 U/min abgeben. Dazu tritt ein Dieselmaschinensatz von 120 kW bei 220 V für Hilfszwecke. Die Schraubenmotoren sind Doppelmotoren mit einer Gesamtleistung von 1650 kW bei einer Spannung von 2 · 500 V und einer Höchstdrehzahl von 200 U/min. Die 3 Dynamomaschinen können hintereinander geschaltet werden, so daß man die Schraubenmotoren wahlweise mit 1000, 666 und 333 V speisen kann. Der Gesamtwirkungsgrad der elektrischen Übertragung ist bei voller Last 88 %. Außerdem wurde das Feuerlöschboot „Santa Barbara" dieselelektrisch angetrieben. Es sind 2 Dieselsätze, die sowohl eine Dynamo als auch zwei Zentrifugalpumpen antreiben. Jeder Satz leistet 330 kW bei 500 U/min. Jede Dynamo ist für 135 kW bei 220 V ausgelegt. Die Pumpen sind mit Hilfe eines Zahnradvorgeleges für höhere Drehzahlen vorgesehen. Das Fahrzeug hat 2 elektrisch angetriebene Schrauben mit 300 U/min. Auch ein Schwimmkran „Ursus" hat dieselelektrischen Schraubenantrieb erhalten. Zwei Dieselaggregate leisten je 150 kW bei 225 U/min und 220 V. Die Elektromotoren für den Schraubenantrieb haben 110 kW Leistung bei 1000 U/min, untersetzt durch Zahnradvorgelege auf 200 U/min.

Schließlich wurde eine dieselelektrische Kraftübertragung zum Zwecke des Schraubenantriebes ausgeführt auf den beiden Schulschiffen „Colombo" und „Vespucci". Beide Schiffe sind Segelschiffe. „Colombo" hat 2 Dieselsätze für 640 kW bei 230 V der Hauptdynamo und 120 kW bei 110 V der Hilfsdynamo; ferner 2 Schraubenmotoren für je 600 kW. (G. de Renzio, Elettrotecn. Bd. 21, S. 378.) *A. St.*

Vorschriften von Lloyd's Register über den elektrischen Schraubenantrieb. — Die bedeutendste englische Klassifikationsgesellschaft, Lloyd's Register of Shipping, hat mit Rücksicht auf die zunehmende Bedeutung des elektrischen Schraubenantriebs neue Vorschriften für derartige Anlagen erlassen. Danach müssen zunächst sämtliche Zeichnungen für Maschinen und Geräte, Schaltbilder usw. zur Genehmigung eingereicht werden. Außerdem prüfen die Beamten des Lloyd's Register die verwendeten Baustoffe und die Werkstättenausführung von Beginn der Arbeit bis zu den Prüffeldversuchen. Hauptsächlich wird darauf gesehen, daß Feuchtigkeit, Seeluft und Öldämpfe nicht schädlich wirken können. Glimmer und Mikanit ist vorgeschrieben für die Isolierung der Windungen vom aktiven Eisen. Andere Isolierstoffe bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung. Bei der Lüftung wird darauf gesehen, daß keine Öldämpfe angesaugt werden. Alle Generatoren von 500 kW und mehr und Motoren von 500 PS und mehr müssen eine elektrische oder anderweitige Heizung haben, um Wasserniederschläge während längeren Stillstandes zu vermeiden. Bei Wechselstromausrüstungen von nicht mehr als 15 000 WPS soll die Spannung zwischen zwei Phasen 3500 V, gegen Erde 2020 V nicht überschreiten. Die zulässigen Übertemperaturen dürfen Höchstwerte, für die Tabellen vorgesehen sind, nicht überschreiten. Generatoren für 5000 kVA und mehr und Motoren von 5000 WPS und mehr, die eine axiale Baulänge von 1 m oder mehr haben, müssen mit drei an verschiedenen Stellen eingebauten Temperaturmeßeinrichtungen versehen werden. Bei Gleichstrom soll die Spannung gegen Erde nirgends 600 V überschreiten. Zwischen den Leitern ist die erlaubte Höchstspannung 1000 V. Die Anwendung höherer Spannungen bedarf der besonderen Genehmigung. In der Schaltanlage müssen passende vorzugsweise mechanische Verriegelungen vorgesehen werden, welche Störungen bei unrichtiger Bedienung vermeiden sollen. In allen Fällen, in denen für die Betätigung von Schaltern, Feldreglern usw. elektrische, pneumatische oder hydraulische Einrichtungen vorgesehen sind, ist ein Handantrieb anzubringen, auf den im Falle der Not übergegangen werden kann. Diese Bestimmung ist aber nicht maßgebend für die direkte Steuerung von der Kommandobrücke aus. (A. Regnauld, Electr. Rev., Lond., Bd. 115, S. 436.) *A. St.*

Rundfunk.

Tagung der Meß-Sachverständigen des Rundfunk-Störungsausschusses (CISPR) der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) vom 3. bis 11. XII. 1934 in Berlin. — Bei der Tagung des Rundfunk-Störungsausschusses in Paris im Juni 1934, in der man bestrebt war, ein international anerkanntes einheitliches Meßverfahren für die Störgrößen zu schaffen, ergab sich die Notwendigkeit, eingehende Untersuchungen und Vergleiche der bestehenden Meßverfahren durch einen besonderen Ausschuß von Meßsachverständigen ausführen zu lassen. Als Ort der Zusammenkunft dieser Sachverständigen wurde Berlin bestimmt, wo sie am 3. XII. 1934 zusammentraten.

Um die erforderlichen Vergleichsmessungen durch die Sachverständigen zu ermöglichen, ist gemeinsam vom

Digitized by Google

Reichspost-Zentralamt und der Firma Siemens & Halske ein Meßlaboratorium in geeigneten Räumen errichtet worden, die die Reichspostdirektion Berlin zur Verfügung stellte. Nach umfangreichen und eingehenden Messungen und Versuchen, die hier acht Tage durchgeführt wurden, kam der Ausschuß zu dem Ergebnis, daß für die künftigen internationalen Messungen ein Verfahren benutzt werden soll, das im Grundsatz dem in Deutschland entwickelten entspricht. Danach werden die Störungen am Ausgange des störenden elektrischen Gerätes und am Eingang des Rundfunkempfängers und nicht im elektromagnetischen Störfelde gemessen. Zur Messung dient der von Siemens & Halske entwickelte sogenannte Geräuschwertanzeiger, dessen Ausschlag die Störzahl, d. h. den Störeindruck, den das Ohr wahrnimmt, unabhängig von der Art der Störung (Rauschen, Brummen, Prasseln oder Knackgeräusche) anzeigt. Es soll nun in einer Reihe von Ländern eine möglichst große Zahl von Messungen ausgeführt werden, die einmal zeigen, wie groß bei den verschiedenen störenden elektrischen Geräten in den verschiedenen Ländern diese Störzahl am Ausgang dieser Geräte und am Eingang der Rundfunkempfänger ist. Aus beiden Messungen ergibt sich die Übertragungsdämpfung für die Störung, die in erster Linie von der Installation des Licht- und Kraftnetzes und der Anordnung der Antenne abhängt. Für die weiteren internationalen Festlegungen ist es von Bedeutung festzustellen, ob diese Werte in den verschiedenen Ländern ähnlich sind.

Wie schon angedeutet, ist für die Übertragungsdämpfung der Störung wesentlich die Kopplung zwischen der Antenne und dem Licht- und Kraftnetz, da das letztere der Hauptträger der Störungen ist. Es ist daher noch beschlossen worden, zur Ermittlung dieser Kopplung ein besonderes Meßverfahren zu entwickeln. Vorschläge sollen bis zur nächsten Tagung gemacht werden. Es ist dabei nicht ausgeschlossen, eine höchstzulässige Kopplung festlegen zu können, was sicher die technischen Auseinandersetzungen zwischen Störer und Rundfunk sehr vereinfachen würde.

Von grundlegender Bedeutung für die Festlegung einer zulässigen Störzahl ist ferner die Bestimmung des zulässigen Verhältnisses zwischen dem Höreindruck des Programms und dem Störeindruck. Hierfür weichen in den verschiedenen Ländern die Zahlen noch stark voneinander ab. Man schlug daher eingehende Vorversuche in den maßgebenden Ländern vor und hofft, bei der nächsten Tagung auf Grund der Ergebnisse und gemeinsamer Messungen zu einer Einigung zu kommen.

Die nächste Zusammenkunft der Meßsachverständigen findet vom 8. bis 10. IV. 1935 in Berlin statt. Daran anschließend tagt bis zum 13. IV. der CISPR, um, soweit dies möglich ist, eine Entscheidung über die Vorschläge des Meßausschusses zu treffen[1]). Harbich.

Verbesserte Rundfunk-Störschutzschaltungen. — Die vorgeschlagenen Verbesserungen beziehen sich auf den Berührungschutz bei Maschinen, die mit Kondensatoren für die Entstörung beschaltet sind. Es handelt sich hierbei um die Feststellung, unter welchen Bedingungen auch größere Kapazitäten benutzt werden können, ohne daß eine Gefährdung von Personen eintritt. Das Ergebnis der physiologischen Versuche für die Nutzanwendung auf die Beschaltung ist folgende:

1. „Die Halbierung der Spannung gegen Erde am Gehäuse des mit Berührungschutzkondensatoren beschalteten Gerätes durch Spannungsteilung bedeutet bereits eine außerordentliche Herabsetzung der Empfindungen bei Berührung, sogar wenn die Dauerstromstärke, unverändert bleibt.
2. Eine dauernde Entladung der Berührungschutzkondensatoren ist zweckmäßig, damit keine Restladungen die Ausgleichspannung erhöhen."

An einem Reihenschlußmotor zeigen die Verfasser, in welcher Art nach den gewonnenen Erkenntnissen die gefahrenfreie Entstörung durchgeführt werden kann. (W. Koch u. H. Maaß, Siemens-Z. Bd. 14, S. 426.) *Fl.*

Rundfunkempfang im Bergwerk. — In den Gruben bei Kotterbach (Tschechoslowakei) der Wilkowitzer Bergbau- und Eisenhüttengewerkschaft wurde versucht, Rundfunksender zu empfangen. Neben dem wissenschaftlichen Zweck, die Ausbreitung elektromagnetischer Felder in einem inhomogenen Gebirge zu untersuchen, wurde noch der wirtschaftliche Zweck verfolgt, eine hochfrequenztechnische Methode zur Bestimmung von Erzlagerstätten zu finden. Die Untersuchungen wurden mit handelsüblichen Rundfunkempfängern (z. B. Horny-Wien W 404) durchgeführt. Die Antennen hatten T-Form und waren in einer Höhe von 1,60 m über der Schienenoberkante der Strekengleise errichtet. Als Erdleitung wurden Erdstecker, die in wasserführende Schichten gesteckt wurden, die Druckluftleitungen oder die Schienen der Streckengleise verwendet. Zuerst wurde das unmittelbare Einfallen der elektrischen Wellen durch die Schachtöffnungen und Mundlöcher untersucht. Es ergab sich aber, daß die Empfangslautstärke während der ersten hundert Meter der Einfahrt sehr stark zurückging und dann ziemlich gleichmäßig blieb. Die weiteren Versuche bewiesen, daß der Rundfunkempfang mit zunehmender Entfernung von der Erdoberfläche geringer wird und daß ein Empfang bis zu den Tiefen von 300 m möglich ist. Bei den langen Rundfunkwellen ergab sich eine größere Lautstärke als bei den kurzen; Wellen unter 400 m Länge konnten überhaupt nicht empfangen werden. Für die Ausbreitung der elektromagnetischen Felder sind die Zusammensetzung des Gebirges und die Leitfähigkeit des Gesteins von Bedeutung. In der Nähe wasserführender Schichten war eine Zunahme der Empfangslautstärke zu beobachten, für die die Leitfähigkeit der Wasserlösung ausschlaggebend ist. Die Dämpfung der elektrischen Wellen ist am geringsten, wenn sie längs einer Kluft eingestrahlt werden, die aus der Richtung eines Senders einfällt. Die erhebliche Abnahme der Empfangslautstärke an einem Versuchspunkte wurde auf die Schirmwirkung eines benachbarten Erzganges zurückgeführt, der noch nicht aufgeschlossen worden ist. Der Verfasser beabsichtigt, über die weiteren Versuche später zu berichten. (O. Fritsch, Hochfrequenztechn. Bd. 43, S. 189.) *J. Kr.*

Die amerikanische Rundfunk-Sendestelle KOA. — Die neue Rundfunk-Sendestelle KOA ist seit dem 7. VII. 1934 auf Welle 830 kHz (376 m) im Betrieb. Sie liegt etwa 17 km von Denver. Die Telephonieleistung beträgt 50 kW. Der Sender ist quarzgesteuert und hat 7 Stufen. In der Endstufe werden 2 wassergekühlte Röhren von je 100 kW verwendet. Die für den Sender erforderlichen 3 Anodenspannungen von 600, 3000 und 18 000 V werden Oxydkathoden-Gleichrichtern entnommen. Für die Heizung der Röhren und für die Gittervorspannungen sind Gleichstrommaschinen aufgestellt. Der Wirkungsgrad des Senders ergibt sich aus den angegebenen Zahlen zu 21,7 %. Der Senderaum ist ähnlich gebaut wie eine Schaltwarte eines Elektrizitätswerkes. Die einzelnen Senderstufen und Meßeinrichtungen befinden sich hinter den in die Wände eingelassenen Schalttafeln. Als Antenne dient ein isoliert aufgestellter freistehender Turm von 143 m Höhe. Zur Vergrößerung der Endkapazität ist an seiner Spitze ein Ring von 10 m Dmr. angebracht. Der Turm ist sehr schlank. Die Seitenlänge seiner Grundfläche beträgt 10,7 m, der Endfläche an der Spitze 60 cm. Er wiegt nur 38 t. Bei den gegebenen Abmessungen wirkt die Turmantenne schwundmindernd und erhöht gleichzeitig die Bodenfeldstärke um ungefähr 30 %. (J. J. Farell, Gen. electr. Rev. Bd. 37, S. 442.) *Sm.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Veranschaulichung von $e^{j\varphi}$. — Zu vertieftem Verständnis des „Drehungsfaktors" $e^{j\varphi}$ verhilft es, die Tatsache, daß $e^{j\varphi}$ in der komplexen Zahlenebene der Punkt P auf dem Einheitskreise im Abstande 1 vom Nullpunkt unter dem Winkel φ gegen die reelle x-Achse ist, anschaulich herzuleiten (Abb. 7). Hierzu geht man aus von der formalen Definition von $e^{j\varphi}$ durch die Reihenentwicklung

$$e^{j\varphi} = 1 + j\frac{\varphi}{1!} - \frac{\varphi^2}{2!} - j\frac{\varphi^3}{3!} + \frac{\varphi^4}{4!} + j\frac{\varphi^5}{5!} - - + + \cdots$$

und setzt diese Glied für Glied in die Anschauung um. Zur Bequemlichkeit sei $0 < \varphi < \frac{\pi}{2}$ angenommen. Man muß zunächst den Punkt 1 auf der reellen Achse aufsuchen, dann um φ aufwärtssteigen. Der erreichte Punkt $1 + j\frac{\varphi}{1!}$ liegt etwas höher als der Punkt P, weil man zu diesem krummlinig um den Bogen φ, bei $1 + j\frac{\varphi}{1!}$ hingegen geradlinig um φ hochgeht. Das nächste Glied $-\frac{\varphi^2}{2!}$ verlangt Linksbe-

[1]) ETZ 56 (1935) S. 328.

Digitized by Google

wegung um $\frac{\varphi^2}{2!}$. Hierdurch gelangt man mit dem Punkte $1+j\frac{\varphi}{1!}-\frac{\varphi^2}{2!}$ links über den Punkt P hinaus; denn dieser steht vom Punkte 1 um $1-\cos\varphi=\frac{\varphi^2}{2!}-\frac{\varphi^4}{4!}+-\cdots$, also um weniger als $\frac{\varphi^2}{2!}$ waagerecht ab. Jetzt schreitet man um $\frac{\varphi^3}{3!}$ abwärts, also wegen $\varphi-\sin\varphi=\frac{\varphi^3}{3!}-\frac{\varphi^5}{5!}+-\cdots$ $<\frac{\varphi^3}{3!}$ bis unterhalb des Punktes P. Es schließt sich Waagerechtlaufen um $\frac{\varphi^4}{4!}$ bis rechts von P an, dann Aufwärtsgehen um $\frac{\varphi^5}{5!}$ bis oberhalb P usw. So erhält man einen spiraligen, rechtwinklig gebrochenen Streckenzug, der als Summe $e^{j\varphi}$ der Reihe offenbar gerade den Punkt P auf dem Einheitskreise unter dem Winkel φ einschließt und immer mehr annähert. Die waagerechten Teile des Streckenzuges liefern, immer zunächst darüber hinausschießend und dann zu weit zurückgehend, die Abszisse

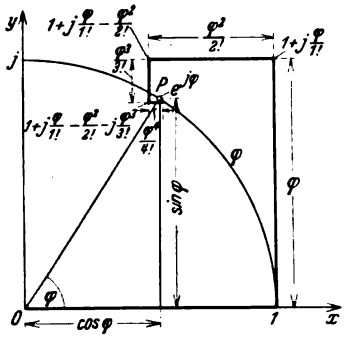


Abb. 7. Spiralige Annäherung an den Punkt $e^{j\varphi}$ durch einen rechtwinklig gebrochenen Streckenzug aus den Gliedern der Reihenentwicklung.

$$\cos\varphi=1-\frac{\varphi^2}{2!}+\frac{\varphi^4}{4!}-+\cdots,$$

die senkrechten Teile entsprechend die Ordinate

$$\sin\varphi=\varphi-\frac{\varphi^3}{3!}+\frac{\varphi^5}{5!}-+\cdots$$

von $e^{j\varphi}$. Die Eulersche Formel $e^{j\varphi}=\cos\varphi+j\sin\varphi$ und die Reihenentwicklungen von $\cos\varphi$ und $\sin\varphi$ stehen also handgreiflich vor Augen. (A. Walther, Z. math. naturwiss. Unterr. Bd. 66, S. 76.) *Sb.*

Konstruktion neuer Röhren zur Erzeugung sehr kurzer elektrischer Wellen. — Bei der Erzeugung von Dezimeterwellen in der Bremsfeldschaltung von Barkhausen u. Kurz hängt die erzeugte Welle außer von der Art des Elektronenmechanismus noch von den Freiheitsgraden des äußeren Schwingungssystems ab. Die Verfasser suchen diese Freiheitsgrade scharf und eindeutig festzulegen, um so eine Vorausdimensionierung der Generatoren für bestimmte Wellenlängen zu erreichen. Zu diesem Zweck wird das die Frequenz bestimmende Schwingungsgebilde als elektrisch scharf begrenztes Stück einer Doppelleitung ausgebildet. Die stark verkürzende Wirkung der Elektrodenkapazität wird durch ihre gleichmäßige Verteilung auf die durch die Anschlußleitung gebildete Doppelleitung verringert. Die frequenzbestimmende Doppelleitung wird vollständig in das Röhreninnere eingebaut. Der Aufbau wird möglichst symmetrisch gehalten und von allen entbehrlichen Leitungen befreit. Von den verschiedenen möglichen und ausgeführten Röhrenanordnungen zeigt Abb. 8 eine Gegentaktschaltung, bei der Anode und Gitter als Doppelleitung ausgebildet sind. Die Leitung ist im Symmetriepunkt gekröpft. Das für $\lambda=60$ cm hergestellte Rohr schwingt sehr stabil und liefert Hochfrequenzenergien von einigen Watt. (O. Pfetscher und K. Müller, Physik. Z. Bd. 35, S. 654.) *Br.*

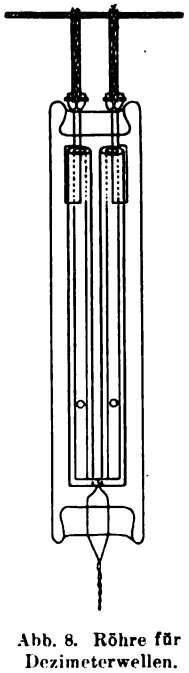
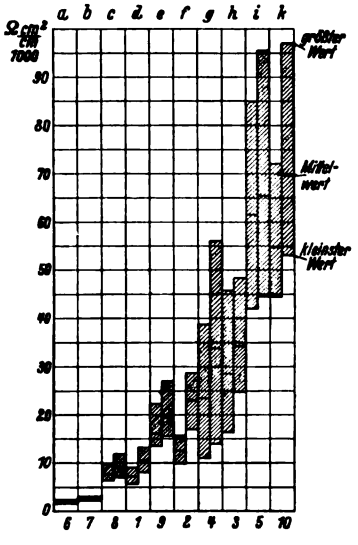


Abb. 8. Röhre für Dezimeterwellen.

Hochspannungstechnik.

Der Erdungswiderstand verschiedener Bodenarten und die Vorausberechnung der Elektroden. — Die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich untersuchten theoretisch und experimentell die wirtschaftlich wichtige Frage, wie eine Erdungsanlage gebaut und bemessen werden muß, damit ihr Erdungswiderstand mit einiger Sicherheit einen bestimmten, meist vorgeschriebenen Wert nicht überschreitet. Der Widerstand eines Erders hängt von dem spezifischen Bodenwiderstand in seiner unmittelbaren Umgebung, von der Form des Erders und seinen Abmessungen sowie seiner Anordnung im Erdboden ab und läßt sich mit bekannten Formeln errechnen. Unsicher ist in der Regel die Größe des spezifischen Widerstandes, der sich jedoch aus dem gemessenen Widerstand von Erdern errechnen läßt. Werden Widerstandsmessungen an fest verlegten Versuchserdungen in gewissen Zeitabständen wiederholt und hierbei Temperatur und Niederschläge berücksichtigt, so wird deren Einfluß erkennbar. Der größte sich ergebende spezifische Widerstand ist der Berechnung eines Erders in der dem Versuchserder entsprechenden Bodenart zugrunde zu legen.



a Lehm
b Torf
c Molasse-Sandstein
d steinige Erde (Obermoräne)
e Molasse-Nagelfluh
f steinige Erde (Grundmoräne)
g Kies (zeitweise im Grundwasser)
h Kies (rd. 0,5 bis 2 m über Grundwasser)
i Kies (50 m über Grundwasser)
k Jurakalk

Zahlen 6, 7, 8, 1 usw. (Abszisse) bedeuten Meßstellen.

Abb. 9. Spezifische Widerstände verschiedener Bodenarten.

Man muß sich bei den Versuchen zur Bestimmung des spezifischen Bodenwiderstandes auf einige charakteristische Bodenarten beschränken, was auch der geologische Befund bestimmter Gegenden mitunter gestattet. Besondere Bedeutung kommt der Bestimmung der Widerstandsschwankungen zu, die bei Erdern unter gleichen klimatischen und meteorologischen Verhältnissen sowie annähernd gleicher Tiefe in etwa gleichem Rhythmus auftreten. Die Höchstwerte fallen in Trocken- und Kälteperioden, die Tiefstwerte treten nach langem Regen auf. Es darf angenommen werden, daß die prozentualen Widerstandsschwankungen, bezogen auf den Jahresmittelwert, bei Bodenarten ähnlicher Zusammensetzung ungefähr gleich sind. Die an Versuchsmeßstellen ermittelten Werte für den spezifischen Widerstand können nicht unmittelbar für die Berechnung von Erdungen an anderen Orten verwendet werden, weil der Widerstand einer Bodenart durch geringfügige Unterschiede in der Zusammensetzung stark beeinflußt wird. Man wird daher in jedem Falle vor der Verlegung eines Erders mit einer Sonde den spezifischen Widerstand der betreffenden Bodenart in der vorgesehenen Tiefe bestimmen müssen. Ein Vergleich mit einer der untersuchten Bodenarten gibt Anhaltspunkte über die Größe der Schwankungen der Widerstandswerte, die für den betreffenden Boden zu erwarten sind, während eine ständige Versuchsmeßstelle Aufschluß gibt, wieviel ihr zur selben Zeit gemessener Widerstand vom Jahresmittelwert abweicht. Aus einem Vergleich beider läßt sich für den neuen Erder der höchste zu erwartende spezifische Widerstand einigermaßen genau vorausbestimmen.

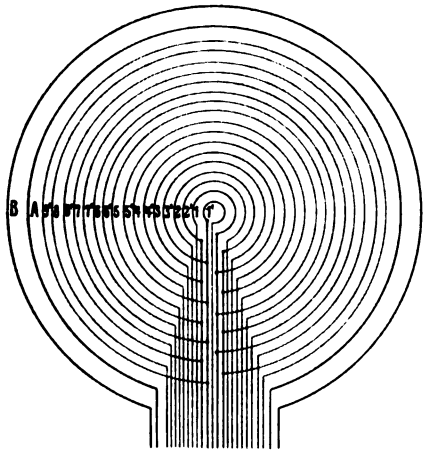
3 Abbildungen des Originalaufsatzes, von dem wir eine hier wiedergeben (Abb. 9), zeigen die an verschiedenen Meßstellen ermittelten Werte für den spezifischen Widerstand und dessen Schwankungen unter dem Einfluß der Witterung und Tiefe auf Grund von Meßwerten aus den Jahren 1929 und 1930, von denen das erste durch große Kälte und geringe Niederschlagsmenge, das zweite durch

Digitized by Google

große Niederschlagsmenge besonders günstig war. Bei der Berechnung eines Erders wird für alle Bodenarten näherungsweise ein gleichartiger Verlauf der Widerstandsänderungen vorausgesetzt, so daß für zwei beliebige Bodenarten das Verhältnis der Abweichungen vom Mittelwert jederzeit konstant ist und diese selbst sich proportional umrechnen lassen. Wird an einer Lehmbodenstelle ein spezifischer Widerstand von z. B. 2300 Ω cm gemessen, liegt ferner der Widerstand der ständigen Meßstelle gleichzeitig 10 % über dem Jahresmittelwert bei einem Höchstwert von 26 % über Jahresmittelwert und beträgt der Höchstwert für Lehmboden 20 % über Jahresmittelwert, so liegt der gemessene Widerstandswert näherungsweise $\frac{10}{26} \cdot 20 = 8$ % über dem Jahresmittelwert für Lehmboden. Der der Erderberechnung zugrunde zu legende spezifische Widerstand entspricht $2300 \cdot \frac{120}{108} = 2550\,\Omega$ cm. Die nach diesem Verfahren berechneten Erder haben vorläufig Fehler von nur 5 bis 20 % ergeben, was für die Brauchbarkeit des Verfahrens in ebenem Gelände spricht. (E. Sprecher, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 25, S. 397.) *gn.*

Verschiedenes.

Kennzeichnung von Flugplätzen mit Hilfe von Erdkabeln. — Die beschriebene Anordnung stellt eine Weiterentwicklung des Systems „Loth" dar[1]) und soll die Blindlandung von Flugzeugen ermöglichen. Die Standortkennungen werden durch geeignete Ausbildung des magnetischen Feldes tonfrequenter Wechselströme gegeben. Die Kennzeichnung der Landefeldgrenzen wird durch zwei konzentrische Erdkabel *A* und *B* bewirkt, die mit einem Strom $\left(I + \frac{i}{2}\right)$ in *A* und $\left(-I + \frac{i}{2}\right)$ in *B* bzw. $\left(I - \frac{i}{2}\right)$ in *A* und $\left(-I - \frac{i}{2}\right)$ in *B* gespeist und im Takte von Komplementzeichen (z. B. — ·· und ·· —) getastet werden (Abb. 10). Dadurch entsteht beispielsweise im Gebiet außerhalb des



A, B Kabel zur Erzeugung der Platzgrenzenkennung 1; 2 bis 8 und 1′; 2′ bis 9′ Kabelgruppen zur Erzeugung der Zusatzfelder für die Kennzeichnung der Höhe von 10 m bzw. 25 m

Abb. 10. Kabelsystem auf dem Flugplatz Villeneuve-les-Vertus

Landefeldes ein starkes Feld des Zeichens *u*, während das Komplementzeichen *d* ein starkes Feld innerhalb der Platzgrenzen erzeugt. Induzieren diese Felder einen horizontal am Flugzeug angebrachten Rahmen, so gilt der Übergang des einen Zeichens in das Komplementzeichen als Kennung für das Überfliegen der Platzgrenze. Die Einhaltung der Flugrichtung zum Mittelpunkt des Landefeldes sichert eine selbsttätige Sichtanzeige. Zu diesem Zwecke sind am Flugzeug ein waagerechter und ein senkrechter Rahmen befestigt, die durch das rotationssymmetrische Feld der Kabel *A* und *B* induziert werden und über zwei getrennte Empfänger auf ein Mikroamperemeter mit mittlerem Nullpunkt arbeiten. Der horizontale Rahmen dient gleichzeitig zum Empfang der Platzgrenzenkennung. Eine Höhenanzeige wird durch Zusammenwirken des Feldes der Kabel *A* und *B* und eines zusätzlichen Feldes erreicht. Folgt die Intensitätsabnahme der beiden Felder in Abhängigkeit von der Höhe verschiedenen Gesetzen, so kann die Höhe h_0, in der beide Felder die gleiche Stärke besitzen, zur Kennzeichnung einer bestimmten Höhe über dem Flugplatz dienen. Überhalb h_0 überwiegt z. B. das Zeichen, das von den Kabeln *A* und *B* herrührt, darunter das Zeichen, mit dem das zusätzliche Feld getastet wird. Die Erzeugung des Zusatzfeldes geschieht durch ein System von konzentrischen Erdkabeln, die von den Grenzkabeln *A* und *B* umschlossen werden.

Eine diesem Prinzip entsprechende Anlage ist auf dem Flugplatz Villeneuve-les-Vertus errichtet und erprobt worden. Die Abb. 10 zeigt das Kabelsystem dieser Anlage. Die Ansteuerungsmöglichkeit begann in einer Entfernung von 4 km vom Flugplatz bei einer Arbeitsfrequenz von 1500 Hz und einer aufgewendeten Leistung von 20 kVA. Infolge der Bodeneinflüsse liegt die optimale Frequenz bei 1000 Hz. Diese ergibt bei gleicher Leistung eine Reichweite von 6 bis 7 km. Zur Höhenanzeige wurden durch entsprechende Felder zwei Flächen in 25 und 10 m definiert, deren Durchstoßung sich in der oben beschriebenen Weise durch Zeichenwechsel kenntlich macht. Die Flugversuche zeigten, daß die verschiedenen Zeichen in den einzelnen Gebieten des magnetischen Feldes gut zu unterscheiden waren, trotzdem das Feld durch sekundäre Bodenstrahlung in bestimmter Weise verformt war. Es erfordert jedoch längere Übung, bis aus der Vielzahl der empfangenen Zeichen der Standort des Flugzeuges erkannt werden kann. Da das Verfahren weder eine kontinuierliche Höhenangabe ermöglicht noch einen bestimmten Gleitweg vorschreibt, ist die Blindlandung stark von der Geschicklichkeit des Flugzeugführers abhängig. (Rev. gén. Électr. Bd. 34, S. 765.) *A. E.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Deutsche Ostmesse. — Die 23. Deutsche Ostmesse findet bereits vom 18. bis 21. VIII. 1935 auf dem Königsberger Messegelände statt. Die bisherige Gliederung nach Warenmustermesse, technische und Baumesse, landwirtschaftliche Ausstellung, Handwerksausstellung sowie Sonderschauen wird beibehalten.

Energiewirtschaft.

Die Elektrizitätswirtschaft Niederländisch-Indiens[1]). — Auch 1933 ist der Stromabsatz in vielen Gebieten des Kolonialreichs zurückgegangen, wenn auch nicht so erheblich, daß dadurch die günstige Lage der Elektrizitätswerke in einer Zeit wirtschaftlichen Niedergangs beeinträchtigt worden wäre. Man hat aber doch verschiedene Maßnahmen erwogen bzw. getroffen, um die Nachfrage nach elektrischer Arbeit weiter anzuregen. Die Tarife wurden von zahlreichen Betrieben ermäßigt und für Haushaltungen besonders spezialisiert, die Lieferungsbedingungen den unterschiedlichen Arten des Verbrauchs besser angepaßt. Man war ferner bestrebt, Überschußenergie zu niedrigen Preisen zur Verfügung zu stellen, um damit Unternehmungen, die sich ohne Vergünstigungen nicht zum Anschluß bewegen lassen, dem Kundenkreis zu gewinnen und alte Abnehmer von der Errichtung eigener Kraftanlagen abzuhalten. In einzelnen Fällen sind auf diese Weise schon sehr gute Ergebnisse erzielt worden. Da überdies sowohl auf Java wie außerhalb einige Ortschaften und Kleinindustrien sich zum Bezug entschlossen, bezeichnet der Jahresbericht des Dienstes für Wasserkraft und Elektrizität[2]) den Absatz angesichts der schlechten wirtschaftlichen Verhältnisse als im ganzen noch befriedigend.

Im einzelnen wird u. a. darauf hingewiesen, daß über die Elektrizitätsversorgung Mitteljavas noch keine endgültige Entscheidung getroffen sei, der gegenwärtige Bedarf aber von den bestehenden Anlagen ohne Schwierigkeiten gedeckt werden könne. Wie bereits im vorigen Jahr bemerkt, hat die Regierung das Konzessionsgesuch der N.I.W.E.M. für Verwertung der Kali Toentang-Wasserkraft abgelehnt; die bezüglichen Verhandlungen mit der A.N.I.E.M. kamen noch nicht zum Abschluß. Ihr Vorhaben, eine Wasserkraft des Kali Koepang der Belieferung von Pekalongan dienstbar zu machen, hat letztere Gesellschaft, deren Einfluß auf andere Elektrizitätsunternehmungen infolge der Konzentrationsbewegung im Bereich dieser Betriebe neuerdings merklich gewachsen ist, zunächst nicht weiter verfolgt. In Ostjava konnte die N.I.W.E.M. ihr Übertragungssystem erweitern und, haupt-

[1]) Kurze Zusammenfassung: s. H. Gloeckner, Z. Flugtechn. Motorluftsch. 1932, S. 347 mit weiteren Literaturangaben.

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 987.

[2]) Zestiende Jaarverslag 1933. Herausgeg. v. Dienst voor Waterkracht en Electriciteit in Nederlandsch-Indië, Bandoeng.

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Betriebszahlen der niederländisch-indischen Kraftwerke*).

Gebiete	Erzeugung 1000 kWh		Absatz 1000 kWh		Eigenverbrauch, Verluste %		Spitzenlast 1000 kW		Belastungsfaktor %	
	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932
Westjava	40 527	39 317	37 983	37 526	6,3	4,4	10,2	10,0	45,3	44,8
Bandoengsche Hochebene	45 101	47 305	42 744	44 405	5,2	6,1	9,5	9,0	53,9	59,7
Madioen	3 367	3 509	2 948	3 087	12,4	12,0	0,7	0,7	56,2	58,6
Benkoelen	4 037	4 034	3 353	3 541	16,9	13,6	1,0	1,0	44,3	44,6
Summe:	93 032**)	94 165	87 028	88 559						

*) In Westjava: die Wasserkraftwerke Oebroeg (am Tjitjatih), Kratjak (am Tjianten) und das Dampfkraftwerk Weltevreden; auf der Bandoengschen Hochebene: die Wasserkraftwerke Bengkok und Dago (am Tjikapoendoeng), Plengan (am Tjisaroea) und Lamadjan (am Tjisankoej) sowie das Dampfkraftwerk Dajeuhkolot und die Hilfsdieselzentrale Soemedang; in Madioen: das Wasserkraftwerk Giringan (am Kali Tjatoer) und die Dieselzentrale Madioen; in Benkoelen: das Wasserkraftwerk Tes (am Aer Ketahoen) und die Dieselzentrale Benkoelen.
**) Erzeugungskosten im Mittel 3,64 cts = 6,11 Pf/kWh.

sächlich dank der 1932 erfolgten Ingangsetzung von Pumpwerken der kommunalen Wasserleitung Soerabajas sowie der Abgabe von Überschußenergie, ihre Lieferung um rd. 1,6 auf 58,5 Mill kWh erhöhen.

Über die Betriebsergebnisse der Landwasserkraftanlagen unterrichtet Zahlentafel 1. Die Gesamterzeugung ist gegen das Vorjahr von 94,2 auf rd. 93 Mill kWh, also um 1,3 %, die Lieferung von 88,6 auf 87 Mill kWh oder um 1,7 % gesunken. In Westjava hat der Verkauf an die N.I.G.M. eine Steigerung von 17,4 auf 18,4 Mill kWh erfahren. Die kalorische Erzeugung betrug hier 56 900 kWh. Das Sinken des Stromabsatzes auf der Bandoengschen Hochebene (vorwiegend an die G.E.B.E.O.) von 44,4 auf 42,7 Mill kWh wird im Bericht mit schwächerer Belieferung des Funkdienstes (4,6 Mill kWh gegen 6,5 i. V.) infolge des Übergangs auf kurze Wellen begründet. Aus Zahlentafel 2 ist die Leistung der öffentlichen und staatlichen Elektrizitätsbetriebe Javas und Madoeras, Sumatras, Borneos, Celebes', der Molukken und kleinen Sundainseln zu ersehen.

Zahlentafel 2. Leistung der öffentlichen und staatlichen Kraftwerke in kW.

Betriebe	1933		1932	
	Öffentliche Betriebe	Staatsbetriebe	Öffentliche Betriebe	Staatsbetriebe
Wasserkraftwerke	38 345	45 280	38 345	45 280
Dampfkraftwerke	23 723	12 362	22 973	12 362
Motorbetriebe	31 278	624	30 682	624
Summe:	93 346	58 266	92 000	58 266

fm.

AUS LETZTER ZEIT.

Ein Tonfilmsonderzug der Reichsbahn. — Im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Freimann bei München ist kürzlich ein Tonfilmsonderzug fertiggestellt worden. Es handelt sich um einen aus fünf Wagen bestehenden Zug, der dazu dienen soll, Tonfilmaufnahmen u. a. von fahrenden Maschinen zu machen, und zwar für den Film „Das Stahltier", den die Reichsbahn anläßlich der 100-Jahrfeier der deutschen Eisenbahnen in diesem Jahr drehen läßt. Der Zug befindet sich z. Z. auf seiner ersten Fahrt durch Deutschland.

Deutsche Fahrzeugausrüstungen für die Bahn Vitoria Mecolalde in Spanien. — Die Siemens-Schuckertwerke erhielten soeben den Auftrag auf 7 Triebwagenausrüstungen für die Bahn Vitoria Mecolalde. Hiervon sind 4 Wagen für den Personenverkehr und 3 Wagen für den Güterverkehr bestimmt. Die Höchstgeschwindigkeit der Schnellzüge ist mit 70 km/h in der Ebene vorgesehen. Die Steuerung geschieht elektropneumatisch. *S.*

Auflösung der elektrotechnischen Ämter im Bezirk der Reichsbahndirektion Dresden. — Mit dem 31. III. d. J. verschwanden die letzten 3 elektrotechnischen Ämter der Reichseisenbahn im Bezirk Dresden. Ihre Aufgaben gehen, soweit sie sich auf den Schwachstromdienst erstrecken, auf die Betriebsämter über, während den Starkstromdienst die Maschinenämter übernehmen.

Wasserkraftwerk Krångede. — Bei Krångede in Nordschweden entsteht ein Wasserkraftwerk, das bei endgültigem Ausbau eine eingebaute Leistung von 180 000 kW aufweisen wird. Das Wasser eines Stauwerkes wird unter Ausnutzung eines Gefälles von rd. 60 m den sechs senkrechten Francisturbinen zugeführt, die direkt mit Generatoren zu je 35 000 kVA, 10 kV, 50 Hz gekuppelt sind. In der ersten Ausbaustufe werden jedoch erst zwei Einheiten aufgestellt. Die Maschinenspannung von 10 kV wird durch Umspanner auf 220 kV erhöht. Das Kraftwerk ist durch Fernleitung mit dem 340 km entfernt liegenden Horndal verbunden. Mit der Inbetriebnahme wird im Sommer 1936 gerechnet.

Ein Reklame-Drehfeuer mit 10 Mill HK für Oslo. — Für das Osloer Volkstheater haben die SSW einen 3strahligen Drehscheinwerfer mit der gewaltigen Gesamtlichtstärke von 10 Mill HK geliefert. Durch besondere Maßnahmen arbeitet dieses Drehfeuer sehr wirtschaftlich, ist wasserdicht gekapselt und konnte daher im Freien aufgestellt werden. Die langsam umlaufenden lichtstarken Scheinwerferstrahlen sind weithin sichtbar und lenken in weitem Umkreise die Aufmerksamkeit der Osloer Bevölkerung auf das Volkstheater. *S.*

Eine zweite Glühlampenfabrik in Bulgarien. — Vor nicht allzu langer Zeit wurde die erste bulgarische Glühlampenfabrik „Belfa" in Sliwen[1]) eröffnet. Jetzt ist die Gründung einer zweiten Glühlampenfabrik in Sofia geplant. Dem Unternehmen werden die Vergünstigungen des Staatsschutzgesetzes gewährt werden.

Eine Stadt ohne Schornsteine. — Durch den Bau der Wasserkraftanlage „Grand Coulee" ist im Staate Oregon in V. S. Amerika ein etwa 8000 Einwohner fassender Ort, Mason City, entstanden[2]). Diese Stadt ist dadurch bemerkenswert, daß die Häuser keine Schornsteine besitzen, da ihre Bewohner elektrisch heizen, kochen, backen usw., so daß also besondere Abzugskamine nicht nötig sind. Es werden z. Z. eingehende Untersuchungen angestellt, um über Verbrauch und Belastung durch vollelektrische Haushaltungen Erfahrungen zu sammeln.

[1]) Siehe ETZ 55 (1934), S. 988.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 594.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Behördliche Kreuzungsvorschriften.

Die Verwaltungsvorschriften der Reichsbahn, Reichspost und Reichswasserstraßenverwaltung für Kreuzungen mit fremden Starkstromanlagen nach dem Stande am 1. Januar 1935 liegen nunmehr in einem gemeinsamen Sonderdruck vor, der von der Verlagsabteilung des VDE zum Preise von 0,60 RM zuzüglich Porto bezogen werden kann.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Niederschlesien, Breslau. 10. IV. (Mi), 20 h, T. H.: „Die Verwend. elektr. Fahrzeuge zur Ersparnis devisenbedingter Rohstoffe" (m. Film). Dipl.-Ing. Rödiger.

VDE, Gau Ruhr-Lippe, Essen. 10. IV. (Mi), 19 h 30 m, Kaupenstr. 103/107: „Die Bedeutung des Hochdruckdampfbetriebes im Rahmen der elektr. Energiewirtschaft." Dr.-Ing. Melan.

VDE, Gau Nordmark, Kiel. 12. IV. (Fr), 20 h 30 m, Holst's Hotel am Schloßgarten: 1. Bericht über die Tagung der Techniker auf der Leipziger Messe. Dr. Rudolph. 2. „Entstehung, Geschichte und Aufgabe des VDE." Civ.-Ing. Lafrenz. 3. „15 min Elektrizitätswirtschaft." Obering.

Digitized by Google

Thiessen. 4. „Dr. Blochmannsche Kalenderreform." Dr. Blochmann.

VDE, Gau Württemberg, Stuttgart. a) 6. IV. (Sa), 9 h, T. H.: Fachtagung im Rahmen der Kundgebung der Technik in Stuttgart. 1. „Belebung der Elektroindustrie durch neue Forschungsergebnisse." Dipl.-Ing. König. 2. „Die Elektrizitätsversorgung Württembergs im Rahmen südwestdeutscher Verbundwirtschaft." Dipl.-Ing. W. Schmidt. 3. „Die neuere Entwicklung des Fernsprechwesens". Postrat Dipl.-Ing. Streich. 4. „Der Rundfunk im Rahmen der übrigen Elektrotechnik." Postrat Dipl.-Ing. Feucht. b) 10. IV. (Mi), 20h, Elektr. Inst.: „Was geht auf dem Gebiet der Hochspannungsschaltanlagen im Ausland zur Zeit vor sich?" Dr. Probst.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Georg Germershausen †.

Im November 1934 starb nach langem und schwerem Leiden G. Germershausen, tief betrauert von den Seinen und unvergessen allen denen, die mit ihm jahre- und jahrzehntelang zusammen gearbeitet haben.

G. Germershausen †.

Georg Germershausen wurde 1860 in Berlin geboren. Dort verlebte er seine ganze Jugend; seine Ausbildung als Ingenieur für Maschinenbau und Elektrotechnik gab ihm die Technische Hochschule Berlin-Charlottenburg. Als junger Ingenieur versuchte er sich zunächst eine Zeitlang als Konstrukteur, um dann bei S & H an der Projektierung von Zentralen zu arbeiten. Seine Kenntnisse und die Befähigung zu selbständiger Arbeit brachten ihn dann rasch in leitende Stellungen bei der Firma Schwartzkopff und der Maschinenfabrik Immendingen Baden. Dann trat er nochmals bei S & H ein, um die Bauleitung, Beaufsichtigung und Revision von Zentralen zu übernehmen. 1900 ging G. nach München, um dort eine Stellung als Direktor bei der Akkumulatorenfabrik AG. Berlin-Boese auszufüllen. Im Jahre 1905 wurde er vom Rat der Stadt Leipzig zum Direktor der Städtischen Elektrizitätswerke gewählt, die vorher von S & H betrieben worden waren. Hier wirkte er nun 20 Jahre lang beim Ausbau der Werke zu einer neuzeitlichen und leistungsfähigen Anlage.

Germershausen hat als Mitglied des Verbandes Deutscher Elektrotechniker 25 Jahre lang den Vorsitz in der Draht- und Kabelkommission geführt. Aber auch in Leipzig hat sich Germershausen große Verdienste erworben um die wissenschaftliche und gesellige Vereinstätigkeit auf dem Gebiete der Elektrotechnik. Gerade in Leipzig war es jahrzehntelang nicht möglich gewesen, die gesamte Elektrotechnik zusammenzuschließen, und seit 1892 führten hier der Elektrotechnische Verein und die Elektrotechnische Gesellschaft ein gesondertes Leben, nur selten sich zu gemeinsamem Handel zusammenfindend. Der wirkliche Zusammenschluß zur Elektrotechnischen Vereinigung fand erst 1910 statt, und Germershausen war für die nächsten 4 Jahre ihr 1. Vorsitzender. Als tatkräftiger Leiter umgab er sich mit einer Reihe tüchtiger Mitarbeiter und förderte so die Vereinstätigkeit nach jeder Richtung.

Noch einmal, in der schlimmen Zeit nach dem Kriege, von 1919 bis 1922, widmete Germershausen als 1. Vorsitzender uns seine ganze Kraft und behielt danach bis 1926 die Vertretung des Elektrotechnischen Vereins Leipzig e. V. (1925) beim Verband Deutscher Elektrotechniker. Wenn Germershausen im Ruhestand sich bald aus gesundheitlichen Gründen gezwungen sah, von weiterer persönlicher Teilnahme an der Vereinstätigkeit abzusehen, so hat er doch uns und der Elektrotechnik bis in seine letzten Tage das lebhafteste Interesse bewahrt. Diese Zeilen, seinem Andenken gewidmet, mögen der Ausdruck unseres Dankes sein für seine Förderung und Mitarbeit an allen Aufgaben, die wir mit ihm gemeinsam durchführten. *A.*

Jubiläum. — Herr Dir. Fritz Paul konnte am 1. IV. d. J. auf eine 25jährige Tätigkeit bei den Betriebswerken Lokstedt bei Hamburg zurückblicken. Er hat sowohl den Bau der Werke als auch den durch die nahe Großstadt Hamburg bedingten Aufstieg von einer Abnehmerzahl von 600 bis zum heutigen Stand von annähernd 12 000 Abnehmern verantwortlich geleitet und die bei dem ständigen Ausbau der Werksanlagen auftretenden Aufgaben stets in mustergültiger Weise gelöst. — Am 1. April konnte Dir. Dr.-Ing. E. h., Dr. phil. h. c. Albert Schreiber auf eine 25jährige Tätigkeit bei der Rheinischen Aktiengesellschaft für Braunkohlenbergbau und Brikettfabrikation, Köln, zurückblicken. Albert Schreiber hat die Kraftwerke Fortuna I und II mit einer Gesamtleistung von 174 000 kW geplant und gebaut und damit richtungweisende Arbeit für den Bau von Großkraftwerken geleistet. Seine Tätigkeit fand durch die Verleihung der Ehrendoktorwürde seitens der Universität Köln und der T. H. Aachen verdiente Anerkennung.

LITERATUR.

Besprechungen.

Karte der Elektrizitätskonzerne Deutschlands (Wandkarte). Pressebericht G. m. b. H., Verlagsabtlg., Berlin 1934. Preis 15 RM.

Der leider ungenannt gebliebene Verfasser versucht die Verflechtung der in Deutschland zahlreich bestehenden Stromversorgungs-Unternehmungen mit der gleichen graphischen Darstellung zu entwirren, wie sie Dr. Geweckе in der bekannten, vom Spezialarchiv der deutschen Wirtschaft herausgegebenen Karte gleichen Namens angewendet hat. Die neue Karte ist dadurch umfangreicher (130 mal 105 cm), daß sie auch Bergwerks- und andere industrielle Unternehmungen, z. B. die I. G. Farben, welche mit der öffentlichen Stromversorgung in mehr oder weniger engen Verbindungen stehen, berücksichtigt, und einheitlicher, weil sie staatliche und private Unternehmungen in einer Darstellung vereinigt. Zum besseren Auffinden der einzelnen Gesellschaften ist die Tafel in Fächer geteilt und ihr ein Stichwortverzeichnis beigegeben, in welchem alle in ihr behandelten Unternehmungen (etwa 700) mit ihren Fachnummern aufgeführt sind.

Das Verlangen, einen Einblick in die verschlungenen Kapitalverflechtungen der deutschen Stromversorgungsunternehmen zu gewinnen, ist offenbar ein recht reges; ob es restlos befriedigt werden kann, sofern nicht die behördlichen Stellen oder die Wirtschaftsgruppen, die heute infolge des Rechtes der Auskunfteinziehung über lückenlose Unterlagen verfügen, eine planmäßige Bearbeitung durchführen, erscheint zweifelhaft. B. Thierbach.

Regeln für Abnahmeversuche an Dampfturbinen. VDI-Dampfturbinen-Regeln. DIN 1943. Herausg. v. Verein deutscher Ingenieure. 2. Aufl. Mit 6 S. in 4°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin, Mitvertrieb Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1934. Preis geh. 1,50 RM, f. VDI-Mitgl. 1,35 RM.

Die zweite Auflage der Regeln hat gegenüber der ersten nur geringfügige Abänderungen erfahren, die in den bisher gemachten Erfahrungen begründet sind. Die Änderungen betreffen besonders die Umrechnung der unter Versuchsbedingungen erzielten Meßwerte auf die Gewährleistungsgrundlage, den Vergleich des gemessenen Dampfverbrauches mit den gewährleisteten Werten und die zulässige Abweichung der Versuchsergebnisse von der Ge-

Digitized by Google

währleistung. Die Regeln sind den durchschnittlich vorkommenden Verhältnissen angepaßt und gelten bei Lieferungen, sofern andere Vereinbarungen nicht getroffen sind, in vollem Umfange. Deshalb muß jeder, der mit dem Bau oder Betrieb von Dampfturbinen zu tun hat, die Regeln kennen. Gg. Frantz.

Struktur der Materie. Vier Vorträge. Von Prof. P. Debye. Mit 21 Abb. u. 50 S. in 8°. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1933. Preis kart. 3 RM.

Die vier Aufsätze des Buches befassen sich mit den Ergebnissen von Untersuchungen, an denen der Verfasser und das von ihm geleitete Institut wesentlichen Anteil genommen haben. Der erste Aufsatz behandelt die interferometrische Vermessung von Molekülstrukturen mittels der Streuung von Röntgen- und Kathodenstrahlen an Gasen. Im zweiten Aufsatz wird geschildert, wie die elektrische Struktur der Moleküle aus der Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten und der Dispersion kurzer elektrischer Wellen erschlossen werden kann. Der dritte Aufsatz zeigt, daß die molekulare Struktur von Flüssigkeiten als Zwischengliedern zwischen Gasen und festen Körpern aus der spektralen Feinstruktur des gestreuten Lichtes gefunden werden kann. Im vierten Aufsatz geht der Verfasser auf die Struktur von Elektrolytlösungen ein und weist nach, daß die Abweichungen der starken Elektrolyte von dem Ostwaldschen Verdünnungsgesetz durch die Annahme fast vollständiger Dissoziation unter Berücksichtigung der Wechselwirkung der Ionen ihre Erklärung findet. Die Aufsätze sind aus Vorträgen hervorgegangen, die vor einem größeren Kreis gehalten wurden, der nicht nur Fachleute umfaßte. Sie verzichten daher auf eine mathematische Durchführung der Theorie. Die Art, wie der Verfasser trotzdem den physikalischen Kern der behandelten Fragen klar und anschaulich herausarbeitet, machen sie für jeden, der sich für diese Fragen interessiert, sehr lesenswert.
W. Bauer.

The Development of Physical Thought. A. Survey Course of Modern Physics. Von Prof. L. B. Loeb u. Prof. A. S. Adams. Mit 120 Abb., XV u. 648 S. in 8°. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, und Chapman & Hall, Ltd., London 1933. Preis geb. 23 s.

Der Wunsch zu wissen, in welcher Weise die beobachteten Naturerscheinungen verlaufen, welche Kräfte wirksam sind und ähnliche Gedankengänge, auch wenn sie früher vielfach in religöse oder philosophische Formen eingekleidet wurden, ist seit den Anfängen der Menschheitsgeschichte bis heute die Veranlassung gewesen, die Entwicklung der Physik immer weiter zu treiben und nach und nach die einzelnen Gebiete der Physik zu durchforschen und miteinander in Beziehung zu bringen, um so das Weltbild möglichst umfassend und auch möglichst einfach zu gestalten. Welche Wege man gegangen ist, wie die Fragestellungen und ihre Antworten lauteten, das ist in dem vorliegenden Buch in übersichtlicher Weise und in einfacher, klarer Sprache dargestellt. Nach einem historischen Überblick wird so die Mechanik, die Wärme und die Struktur der Materie, Elektrizität und Magnetismus und das Licht behandelt. Im letzten Viertel des Buches werden die neuesten Gedankengänge über die elektrische Struktur der Materie entwickelt, wie sie von der Entdeckung der Röntgenstrahlen über die Radioaktivität, Quantentheorie, Aufbau der Atome und Wellenmechanik bis zum Aufbau des Atomkerns führen. Eine Reihe gut ausgewählter Bilder vervollständigen diesen geschichtlichen Überblick. E. Lübcke.

Grundzüge der Sprachnormung in der Technik. Von Dr.-Ing. E. Wüster. Mit 92 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1934. Preis geh. 9 RM, f. VDI-Mitgl. 8,10 RM.

Im Jahre 1931 erschien das vielbeachtete umfangreiche Buch des Verfassers: „Internationale Sprachnormung in der Technik, besonders in der Elektrotechnik (die nationale Sprachnormung und ihre Verallgemeinerung)". Das vorliegende Buch ist eine verkleinerte und stellenweise ergänzte Ausgabe dieses Werkes und nur als erste Einführung gedacht. Von der Notwendigkeit wirtschaftlicher Sprachbetrachtung in der Technik ausgehend, wird die Normungsmöglichkeit in den einzelnen Volkssprachen untersucht. Für die Zwecksprache als Verkehrsmittel sind Genauigkeit und Bequemlichkeit ausschlaggebende Forderungen an die Sprachgüte. Die bisher geleisteten Arbeiten, z. B. die des VDE, des AEF, der IEC usw. werden eingehend gewürdigt. Das unaufhaltsame Streben nach Sprachreinheit in allen Ländern wird betont. Am Schluß werden die Plansprachen unter besonderer Hervorhebung des Esperanto behandelt. Das Studium des Buches muß all denen empfohlen werden, die sich berufen fühlen, an der Schaffung einer einwandfreien Zwecksprache für die Technik mitzuwirken, vor allem den Mitgliedern jener Ausschüsse, die es sich zur Aufgabe gemacht haben, brauchbare Benennungen für technische Erzeugnisse und Vorgänge zu finden. Heintzenberg.

Electron Tubes and their Application. Von Prof. Dr. J. H. Morecroft. Mit zahlr. Abb., XIII u. 458 S. in 8°. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, und Chapman & Hall, Ltd., London 1933. Preis geb. 28 s.

Dies als Lehrbuch aufgezogene Buch liefert einen Überblick über alle Röhren, in denen Elektronen benutzt werden, seien es Hochvakuumröhren ohne, mit einem oder mehreren Gittern, solche mit Gasfüllung, Quecksilber-Stromrichter, lichtelektrische Zellen, Kathodenstrahlröhren und ähnliche. Der Zweck des Buches soll sein, dem Studenten und dem Ingenieur in der Praxis eine Einführung in die Theorie der Erscheinungen und in die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten dieser Röhren zu geben, denn die neuzeitliche Elektrotechnik macht von den Röhren in immer noch zunehmendem Umfange Gebrauch. Der Inhalt und die Gliederung des Buches erfüllen diese Absicht gut. Nach einleitenden Abschnitten über den Aufbau der Materie, die Ablösung der Elektronen und die Raumladung werden die einzelnen Rohrtypen behandelt. Die Dreielektrodenröhre wird ganz ausführlich als Leistungswandler, Nieder- und Hochfrequenzverstärker, als Sender, Modulator, Detektor und Elektrometer dargestellt. Die gasgefüllten Röhren kommen deshalb aber nicht zu kurz, sondern erscheinen gleichberechtigt. Der Wert des Buches liegt in der Ausdehnung des Begriffes der „Elektronenröhren". E. Lübcke.

Taschenbuch für den Maschinenbau. Herausg. von Prof. H. Dubbel unt. Mitarb. zahlr. Fachgenossen. 6., völlig umgearb. Aufl. Mit etwa 3000 Textfig. Bd. 1 mit X u. 818 S.; Bd. 2 mit 902 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geb. Bd. 1 u. 2 zus. 22,50 RM.

Dies bekannte Taschenbuch für den Maschinenbau liegt in sechster, in vielen Teilen durchgearbeiteter und verbesserter Auflage vor. Neu hinzugekommen ist der Abschnitt „Kraftwagen". Das Buch zeichnet sich nicht nur als Nachschlage- und Hilfswerk für den erfahrenen Praktiker, sondern auch als Lehrbuch für den Jungingenieur aus. In letzter Hinsicht sind besonders wertvoll die didaktisch sehr gut und erschöpfend abgefaßten Abschnitte „Mathematik und Mechanik", diese beiden wichtigsten Grundlagen der wissenschaftlichen Ingenieurausbildung. Dabei ist in Beispielen auf wichtige Berechnungen u. a. auf Biege- und Drehschwingungen im neuzeitlichen Maschinenbau eingegangen. Der praktische Teil des Taschenbuches gibt dem Spezialisten die Möglichkeit, sich über die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Zweigen des gesamten Maschinenbaus zu unterrichten.

Dem Elektrotechniker wird dadurch ein schneller Überblick ermöglicht, wo seine Mitarbeit auch auf ferner liegenden Fachgebieten für sein Fachgebiet und die Allgemeinheit von Nutzen sein kann. Seinem eigensten Gebiet „Elektrotechnik" sind in 8 Abschnitten über 100 Seiten Text mit vielen Abbildungen in klarer Ausführung gewidmet. Die „Physikalischen Grundgesetze" sind erschöpfend und leicht faßlich behandelt. Dasselbe ist von der „Elektrotechnischen Meßkunde" zu sagen, die heute zunehmend auf allen Gebieten der Stoff- und Energiewirtschaft Eingang findet. Im Abschnitt „Die Erzeugung des elektrischen Stromes und Elektromotoren" interessieren durchgeführte Berechnungen und Konstruktionen von Maschinen, im Abschnitt „Umformung des elektrischen Stromes" die verschiedenen Hilfsmittel, unter denen auch dem gittergesteuerten Quecksilberdampf-Gleichrichter Raum gegeben ist, in den Abschnitten „Zentralen und Leitungen" die Schaltbilder und Berechnungen. Zu bemerken ist noch, daß das Taschenbuch auch in spanischer, russischer und italienischer Sprache erschienen ist.
Przygode.

Transactions of the World Power Conference. Sectional Meeting Scandinavia 1933. Bd. 1: Allgemeines. Mit Abb. u. 763 S. in gr. 8°. Preis geh. 50 schwed. Kr.; Bd. 2: Elektrische Energie. Mit Abb. u. 702 S. in gr. 8°. Preis geh. 50 schwed. Kr.; Bd. 3: Feste und flüssige Brennstoffe und Gase. Mit Abb. u. 336 S. in gr. 8°. Preis geh. 25 schwed. Kr.; Bd. 4: Kraft- und Wärmekombinationen, Heizdampf verbrauchende Industrie. Mit Abb. u. 615 S. in gr. 8°. Preis geh. 45 schwed. Kr.; Bd. 5: Eisen- u. Stahlindustrie, Elektrowärme,

Digitized by Google

Übertragung und Anpassung der Triebkraft an industrielle Arbeitsmaschinen. Mit Abb. u. 692 S. in gr. 8°. Preis geh. 50 schwed. Kr. Bd. 6: Eisenbahnen, Stadt- und Vorortverkehr. Mit Abb. u. 781 S. in gr. 8°. Preis geh. 55 schwed. Kr.; Bd. 7: Schiffahrt. Mit Abb. u. 294 S. in gr. 8°. Preis geh. 20 schw. Kr. Zu bez. dch. die VDI-Buchhandlung, Berlin.

Der Leser ist über diese 1933 von den Nationalen Komitees Dänemarks, Schwedens, Finnlands und Norwegens unter der Leitung Prof. A. F. Enströms veranstalteten Teiltagung, mit der der 1. Internationale Talsperren-Kongreß verbunden war, durch den in der ETZ 1933, S. 953 erschienenen Aufsatz schon im wesentlichen unterrichtet. Der vorliegende, nach Form und Ausstattung den früheren Konferenzwerken angepaßte, in deutscher, englischer und französischer Sprache gehaltene Gesamtbericht gibt ihm nun die Möglichkeit zu eingehendem Studium der den Energiefragen der Großindustrie und des Verkehrs gewidmeten wertvollen Vorträge und Verhandlungen. Man hat den durch das gestellte Thema umrissenen Tagungsstoff in 9 Gruppen geteilt, von denen die 1. die Energieversorgung der Großindustrie, und zwar 1 a die elektrische Energie, 1 b das Gas, 1 c feste und flüssige Brennstoffe, die 2. Kraft- und Wärmekombinationen, die 3. spezielle Energiefragen der heizdampfverbrauchenden Industrien und die 4. solche der Eisen- und Stahlindustrie umfaßt. Ihnen folgen 5. die Elektrowärme, 6. die Übertragung und Anpassung der Triebkraft an industrielle Arbeitsmaschinen, 7. Kraftfragen der Eisenbahnen, 8. Energiefragen des Stadt- und Vorortsverkehrs und 9. Energieprobleme der Schiffahrt. Dieser Gliederung entsprechend sind die bezüglichen 11 Generalberichte nebst kurzen Auszügen aus den von 22 Nationalen Komitees eingereichten 161 Einzelreferaten im ersten Band vereinigt, während die Schriftleitung (E. Velander und E. Cyo) die ausführliche Wiedergabe letzterer, der Diskussionsbeiträge und -ergebnisse den übrigen Bänden zugewiesen hat: die der Untergruppe 1 a dem zweiten, der Untergruppen 1 b, 1 c dem dritten, der Gruppen 2, 3 dem vierten, der Gruppen 4, 5, 6 dem fünften, der Gruppen 7, 8 dem sechsten und die der Gruppe 9 dem siebenten Band. Wer den Wunsch hat, Näheres über die Organisation der Tagung, ihren Verlauf, die Ansprachen, Entschließungen, Studienreisen usw. zu erfahren, dem bietet der erste Band auch eine englisch geschriebene Chronik, an die sich der Bericht über eine Sondersitzung zur Erörterung des schwedischen Vorschlags für die Bildung einer Internationalen Kommission für das wasserbauliche Versuchswesen sowie eine Abhandlung von E. Lindquist über Geschwindigkeitsformeln für offene Kanäle und Rohrleitungen anschließen. Das dem ersten Band beigegebene dreisprachige Inhaltsverzeichnis gestattet, einen der eingereichten Berichte einmal nach seiner Nummer (S. 669), sodann nach dem Namen des Verfassers (S. 671) und nach dem Gegenstand (S. 685) zu finden.

Wie alle bisherigen Veröffentlichungen der Weltkraftkonferenz ist dieser Gesamtbericht nicht nur wieder beredtes Zeugnis von der mühevollen, fruchtbaren Arbeit der Nationalen Komitees und besonders der Berichterstatter, sondern auch eine neue reiche Quelle der Erkenntnis, aus der jeder Energiewirtschaftler bei seinen Bemühungen, das von D. N. Dunlop 1923 gezeigte Ziel zum Besten der Menschheit erreichen zu helfen, mit Nutzen schöpfen wird. F. Meißner.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN ÜBER DIE ELEKTROINDUSTRIE.

Welt-Elektro-Ausfuhr. — Die Welt-Elektro-Ausfuhr — bzw. die Ausfuhr der 15 wichtigsten Exportländer, die über 90 % der Weltausfuhr liefern — betrug im Jahre 1934 nach den vorläufigen Ergebnissen 863 Mill RM (Zahlentafel 1). Das bedeutet gegenüber dem tiefsten Stand von 1933 eine Steigerung von 3,4 %, die sich bei Ausschaltung der Preisbewegung noch etwas erhöhen dürfte. Hauptträger der Zunahme waren die V. S. Amerika mit rd. 13 % Ausfuhrsteigerung; Schweden und Japan haben ihre Ausfuhr gegenüber dem Vorjahr um fast 50 % erhöht, bei Großbritannien und den Niederlanden, Belgien-Luxemburg, Österreich und Ungarn liegt der Steigerungsfaktor zwischen 5 und 7 %. Anders verlief die Entwicklung für Deutschland, Frankreich, Schweiz und Italien, deren Elektroausfuhr 1934 die Ergebnisse von 1933 um rd. 10 % unterschreitet.

Zahlentafel 1. Welt-Elektro-Ausfuhr*) in Mill RM.

Länder[1])	1929	1930	1931	1932	1933	1934[2])	Anteil an der Elektro-Ausfuhr der dargestellten Länder in % 1929	1932	1933	1934
Deutschland	638,6	620,5	538,2	353,8	248,9	226,4	27,8	34,9	29,8	26,2
V. S. Amerika	607,4	534,6	381,2	199,3	165,0	186,1	26,5	19,7	19,8	21,6
Großbritannien	402,1	377,1	226,8	141,7	135,4	144,6	17,6	14,0	16,2	16,8
Niederlande	211,4	178,8	121,3	88,2	91,1	97,2	9,2	8,7	10,9	11,3
Frankreich	76,8	86,8	75,8	45,3	39,1	36,8[3])	3,3	4,4	4,7	4,3
Schweden	71,3	78,4	57,2	26,7	23,8	35,0	3,1	2,6	2,9	4,1
Schweiz	69,9	74,9	56,6	31,4	33,8	29,6	3,1	3,1	4,0	3,4
Japan	23,9	26,0	23,6	16,9	17,3	25,5	1,1	1,7	2,1	3,0
Belg.-Luxbg.	45,1	54,4	42,4	26,9	18,8	20,1	1,9	2,7	2,2	2,3
Österreich	51,3	50,8	38,7	18,3	15,2	15,9	2,2	1,8	1,8	1,8
Ungarn	16,7	17,4	18,9	13,0	13,4	14,1[4])	0,7	1,3	1,6	1,6
Canada	24,2	21,8	15,4	12,7	8,9	8,9[5])	1,1	1,3	1,1	1,0
Italien	20,1	19,0	23,4	18,3	9,1	8,1	0,9	1,8	1,1	0,9
Dänemark	19,6	17,5	12,0[6])	10,0[6])	8,0[6])	8,0[6])	0,8	1,0	0,9	0,9
Tschechoslowakei	16,4	14,4	17,2	9,7	7,1	7,1	0,7	1,0	0,9	0,8
Insgesamt	2294,8	2181,4	1648,7	1012,2	834,9	863,4	100	100	100	100

*) Erfaßt sind über 90% der Welt-Elektro-Ausfuhr.
[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1934.
[2]) Vorläufige Zahlen.
[3]) Errechnet auf Grund von Januar bis November 1934.
[4]) Errechnet auf Grund von Januar bis September 1934.
[5]) Wert von 1933.
[6]) Geschätzt auf Grund von unvollständigen Angaben.

Zahlentafel 2. Beschäftigung in der deutschen Elektroindustrie.

Monat	Zahl der beschäftigten Arbeiter in % d. Arbeiterplatzkapazität 1933	1934	Zahl der beschäftigten Angestellten in % d. Angestelltenplatzkapazität 1933	1934	Zahl der geleisteten Arbeiterstunden in % der Arbeiterstundenkapazität 1933	1934	Durchschnittliche tägliche Arbeitszeit je Arbeiter h 1933	1934
I	41,0	55,0	55,3	61,8	31,8	48,8	6,06	7,06
II	40,5	55,2	55,2	62,5	30,8	49,1	5,94	7,09
III	40,5	56,4	55,1	63,2	30,9	49,9	5,99	7,08
IV	40,9	58,2	54,5	64,8	31,3	53,0	6,04	7,27
V	41,6	60,3	55,0	67,0	34,3	54,9	6,43	7,30
VI	43,0	62,4	55,5	68,1	35,2	56,8	6,43	7,30
VII	44,5	64,0	55,8	69,4	36,2	58,6	6,33	7,22
VIII	46,4	67,8	56,7	70,5	38,2	61,7	6,50	7,28
IX	50,4	70,3	57,7	71,8	42,8	64,7	6,63	7,38
X	52,4	70,6	58,6	72,5	45,8	66,1	6,84	7,47
XI	54,7	70,2	60,0	73,4	49,3	67,6	7,06	7,70
XII	56,0	68,9	61,0	74,0	52,2	65,2	7,33	7,61
Jahres-Durchschnitt	45,9	63,4	56,7	68,3	38,3	58,0	6,47	7,31

In der Zahlentafel 2 ist noch die Beschäftigung in der deutschen Elektroindustrie angegeben, und zwar für die Jahre 1933 und 1934.

Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Berichtigung.

Die ASEA legt Wert auf die Feststellung, daß die in der Beschreibung ihres Hochleistungs-Prüffeldes (H. 5, S. 115 der ETZ d. J.) angegebene Kurzschlußleistung von 850 MVA bei vorgeschalteten Umspannern gilt und daß mit dem Stromerzeuger allein bei 8 und 13 kV eine Kurzschluß-Abschaltleistung von 1000 MVA und darüber erreichbar ist. Die Abschaltleistung ist dabei nach der in Europa üblichen Weise berechnet. — Ferner ist zu ergänzen, daß der 1000 kV-Umspanner eine Kondensatorendurchführung in einem ölgefüllten Porzellanüberwurf hat.

Abschluß des Heftes: 29. März 1935.

Für die Schriftleitung (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Redaktion: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 11. April 1935** **Heft 15**

Gewitterforschungen nach ausländischen Veröffentlichungen im Jahre 1934*).

Von D. Müller-Hillebrand, Berlin.

Übersicht. Eine größere Zahl ausländischer Veröffentlichungen über Gewitterforschungen im Jahre 1934 wird zusammenfassend besprochen und kritisch beleuchtet: Das Vorwachsen des Blitzes, Ströme von Blitzen in Blitzableitern, Masten und Überspannungsableitern, zeitlicher Verlauf der Überspannungen auf Freileitungen, statistische Untersuchungen in Hochspannungsnetzen, Blitzeinwirkung auf Niederspannungsnetze und auf Häuser.

Die Erforschung von Gewitterstörungen hat in den letzten Jahren in einer Fülle von Veröffentlichungen ihren Niederschlag gefunden, welche die Vorgänge der Blitzeinwirkungen auf Hochspannungsleitungen immer mehr klären und uns in der Erkenntnis wieder einen guten Schritt weitergebracht haben. Auch im Jahre 1934 ist wieder eine große Anzahl wertvoller Arbeiten bekannt geworden, die zum Teil ein ganz neues Licht auf den Blitzvorgang werfen und zum Teil die in den letzten Jahren gewonnenen Erfahrungen vertiefen und ausbauen. Im folgenden soll kurz über ausländische Arbeiten berichtet werden. Es ist nicht möglich gewesen, jede der erschienenen Veröffentlichungen, soweit sie dem Verfasser bekannt wurden, zu nennen: Es wurden in erster Linie die Arbeiten ausgewählt, die durch experimentelle Erforschung des Gewittervorganges uns neue Erkenntnisse vermittelten, ferner Berichte aus der Praxis der Hochspannungsübertragungen und einige theoretische Untersuchungen.

Es ist wiederholt versucht worden, den Blitzvorgang zwischen Wolke und Erde in eine mathematische Form einzukleiden und zu berechnen. Diese Theorien ermangelten jedoch der experimentellen Unterlagen, die für einen Weiterausbau unerläßlich sind. Der Erforschung des eigentlichen Blitzvorganges stellten sich erhebliche experimentelle Schwierigkeiten entgegen. Man muß es daher als einen großen Fortschritt bezeichnen, daß es Schonland[1]) und seinen Mitarbeitern gelungen ist, hier einen wesentlichen Schritt vorwärts zu tun. Schonland benutzte eine von Boys angegebene photographische Kamera, deren doppelte Linsen mit etwa 1500 U/min rotierten und aus deren Doppelbildern nach Art von bewegten stereoskopischen Bildern die Vorwachsgeschwindigkeit des Blitzes bis in Einzelheiten von einigen Mikrosekunden Dauer ermittelt werden konnte. Dies später noch verbesserte Verfahren[2]) ergab, daß sehr oft einer Blitzentladung zwischen Wolke und Erde eine von der Wolke zur Erde gerichtete Vorentladung vorausgeht. Von 50 Blitzen, die insgesamt aufgenommen worden waren, ergab die Auswertung:

26 Blitze mit Vorentladungen,
10 „ ohne Vorentladungen,
14 „ , die nicht einzuteilen waren.

Bei diesen Blitzen handelte es sich zum größten Teil um wiederholte Entladungen eines einzigen Blitzvorganges; denn es wurden bis 12 Entladungen der Wolke in dichter Reihenfolge hintereinander gezählt, ein Vorgang, der ja an sich längst bekannt ist. Es ist nicht ganz einwandfrei erwiesen, ob diese schwach sichtbaren Vorentladungen bereits dem ersten Blitz einer solchen intermittierenden Entladung vorausgehen. Es ist möglich, daß sie nur bei den nachfolgenden Entladungen sichtbar wurden.

Die Vorwachsgeschwindigkeiten der Vorentladungen sind verhältnismäßig klein, im Mittel 3,68 % der Lichtgeschwindigkeit mit den Grenzen 0,57 bis 14,0 % der Lichtgeschwindigkeit. Die Zeitdauer, die die Vorentladung benötigte, um von der Wolke aus die Erde zu erreichen, betrug für einen 2,3 km langen Blitz 1670 µs und 69 µs für einen 2,2 km langen Blitz (Grenzwerte). Abb. 1 zeigt die Auswertung einer Vorentladung mit einem Seitenzweig, der abstoppt, nachdem er bis zu etwa 1/3 des Abstandes von Wolke und Erde gelangt war. Die Geschwindigkeit dieser Entladung betrug $5{,}5 \cdot 10^8$ cm/s, die der weiterlaufenden etwa $1{,}2 \cdot 10^8$ cm/s.

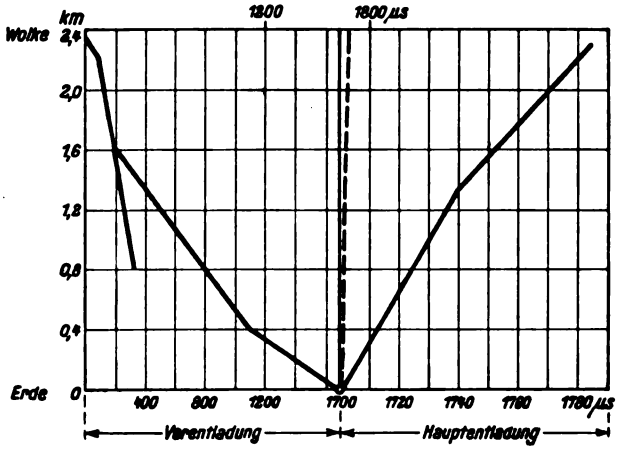


Abb. 1. Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Blitzentladung (Zeit-Weg-Diagramm).

Alle Vorentladungen hatten entlang ihrer ganzen Bahn eine gleichbleibende Breite. Die tatsächliche Breite kann aus optischen Gründen und weil das Bild durch die Bewegung der Linse auseinandergezogen wird, nicht angegeben werden. Es läßt sich aber aus der Breite des Bildes eine obere Grenze für diese mit verhältnismäßig kleiner Geschwindigkeit „herabfallende Leuchtzone" angeben: 25 bis 112 m, im Mittel 54 m Länge dieses als Stoßionisationsgebiet erklärten „Feuerpfeiles" wurden gefunden; ihm folgte ein schwaches Glimmen.

Im Augenblick der Berührung der Vorentladung mit dem Erdboden baute sich die Hauptentladung von der Erde zur Wolke auf: ein dicker starkleuchtender und mit der Aufwärtsbewegung an Leuchtkraft abnehmender Blitz wuchs empor. Die Geschwindigkeit ist fast eine Größenordnung größer als die der Vorentladung: im Mittel 20 % der Lichtgeschwindigkeit mit den Grenzen 10,4 und 48 %. Keine Pausen oder Ruckstufen konnten bei 39 ausgewerteten Teilentladungen wahrgenommen werden. Von dem Stamm gehen Verästelungen aus, die meistens nach unten gerichtet sind und deren Fortpflanzungsgeschwindigkeiten ungefähr die gleichen wie die der Hauptentladung sind. In Abb. 1 ist das Vorwachsen der Hauptentladung in gleichem und in stark auseinandergezogenem Maßstab dargestellt. Abb. 2 zeigt den Aufbau der Hauptentladung in vier Zeitabschnitten, wie er sich aus den Veröffentlichungen von Schonland darstellt. Der Blitz braucht geraume Zeit, bis er die Wolke erreicht. Meistens hat die Helligkeit des unteren Teiles längst nachgelassen, wenn die Ausläuferentladungen zur Wolke gelangen. Das die-

*) Die Gewitterforschung aus der Zeit vor 1932 ist in ETZ 53 (1932) S. 1121 behandelt worden.

1) F. J. Schonland u. H. Collens, Proc. Roy. Soc. 143, S. 654.

2) McEachron. El. World, N. Y., 104 (1934) S. 15.

Digitized by Google

sem Vorgang nachfolgende Glimmen dauert allerdings erheblich längere Zeit, gelegentlich mehr als 500 µs. Der Hauptstamm nimmt im allgemeinen an Dicke ab, sobald ein Nebenast abzweigt: Die helle Entladung rührt nicht von der Entladung zwischen Wolke und Erde her, sondern mit Verzweigung der Energie in die Seitenäste nimmt die Leuchtkraft mehr und mehr ab und verschwindet bis auf ein fahles Glimmen, wenn die Kanäle ihr Ende erreicht haben. Diese Messungen, die von McEachron[3]) an zehn Entladungen im wesentlichen bestätigt werden, zeigen uns, daß von einer schlagartigen Entladung der Wolke überhaupt keine Rede sein kann, daß man den Blitz als „Leitung" mit einem bestimmten Wellenwiderstand nicht auffassen kann und daß die Wolkenladungen oftmals eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle bei dem Entladevorgang selbst spielen. In vielen Fällen wird anscheinend lediglich das Raumladungsgebiet zwischen Wolke und Erde entladen. Dem von der Wolke ausgehenden elektrischen Feld fällt hierbei die wichtige Rolle zu, die Stoßionisation und das Vorwärtstreiben der Entladung zu ermöglichen.

Bei fast allen diesen Entladungen waren die Blitze negativer Polarität, d. h. die Wolken waren in den Teilen, von denen der Blitz seinen Ausgang nahm, negativ. Dies stimmt auch mit den weiter unten beschriebenen Messungen über Blitzstromstärken überein. Die früher von Simpson begründete Annahme, daß man aus der Art der Verästelungen auf die Polarität schließen könne, hat sich nicht recht bestätigt. Auch K. Berger[4]) weist darauf hin, daß positive und negative Gleitfunken bei sehr hohen Spannungen ein fast gleichartiges Aussehen haben. Zu diesem Zweck wurden Gleitentladungen von 1,5 m Länge bei 400 kV Stoßspannung auf der Wasseroberfläche schräg von oben photographiert; die Funkenbilder unterscheiden sich nur in Einzelheiten bei positiver und negativer Polarität.

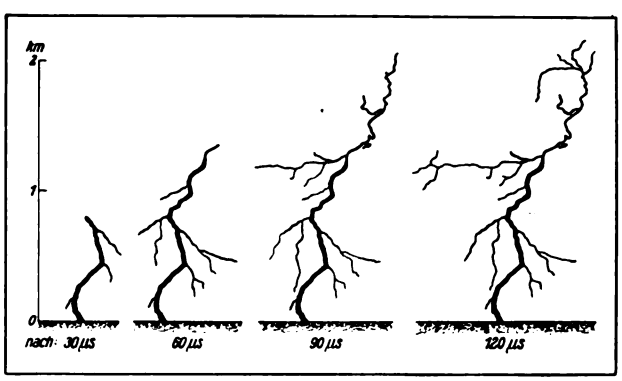


Abb. 2. Aufbau einer Blitzhauptentladung nach Messungen von Schonland.

Für die praktischen Fragen des Blitzschutzes ist es von Bedeutung, die Häufigkeit der Blitzstromstärken bzw. der durch die Eisenmasten fließenden Blitzteilströme zu ermitteln. In Deutschland hat die Messung mit Stahlstäbchen, über die H. Grünewald[5]) berichtet hatte, bekanntlich zu einem sehr großen Erfolg geführt. Auch in amerikanischen Netzen sind solche Messungen durchgeführt worden. Die Meßgeräte, die auf der magnetischen Sättigung von unterteilten Eisenkernen beruhen, sind aber wohl nicht so einfach anzuwenden wie die in Deutschland eingeführten Blitzstäbchen, deren Anbau besonders am Erdseil zu einer sehr weitgehenden Aufklärung der Blitzstromverteilung geführt hat. Lewis und Foust[6]) sowie Bell[7]) geben die an einer 220 kV- und einer 132 kV-Leitung gemessenen Blitzstromstärken bekannt: insgesamt 47 Blitzteilströme von 4 bis 63 kA sowie 6 weitere unter 4 kA, dem unteren Meßbereich des Instrumentes. Diese Werte ergeben zusammen mit den von Grünewald veröffentlichten Zahlen eine zwar noch nicht erschöpfende Fülle; man kann aber doch aus ihnen Häufigkeitskurven aufstellen, wenn man die Streuungen einzelner Werte berücksichtigt. Nach Ausgleich solcher Schwankungen ergab sich die in Abb. 3 wiedergegebene Verteilung für die Teilströme der Blitze in Hochspannungsmasten und für die Blitzstromstärken. Am häufigsten sind Blitze mit Strömen zwischen 5 bis 25 kA bzw. Teilentladungen von 0 bis 20 kA Höhe. Die Teilströme im Mast sind im allgemeinen 20 % kleiner als die Blitzstromstärken, eine Zahl, die aber zu wenig begründet liegt, um auf ihr weitere Rechnungen aufbauen zu können. Für praktische Zwecke ist die Feststellung wichtig, daß bei 80 % aller Blitze die Stromstärke gleich oder kleiner als etwa 32 kA war und daß wenige Blitzentladungen Ströme über 60 kA führten. Um den Blitzvorgang noch besser beurteilen zu können, ist es notwendig, weiteres Zahlenmaterial zu sammeln und möglichst auch Unterlagen über die Häufigkeit der Anstieggeschwindigkeit der Ströme ($d\,i/d\,t$) zu erhalten[8]).

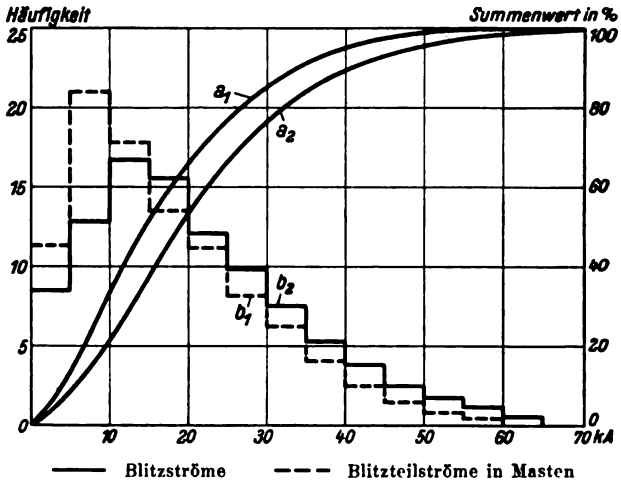


Abb. 3. Häufigkeit von Blitzströmen (82 Blitze) und von Blitzteilströmen in Hochspannungsmasten (96 Ströme).

In diesem Zusammenhang ist ein anderes Verfahren zu erwähnen, das von Collins angegeben wird[9]). Ein ölimprägniertes Papier wird zwischen zwei Elektroden eingespannt und so in eine Leitung eingebaut, daß bei einem Stromdurchgang das Papier durchgeschlagen werden muß. Aus dem Durchmesser des Loches, der nach einer Ausflußmethode bestimmt wird, kann die Stromstärke in einem sehr weiten Meßbereich ermittelt werden, da nach Collins der Lochdurchmesser in erster Linie von der Blitzstromstärke und nur ganz unbedeutend von der Dauer des Stromes abhängen soll. Die an Überspannungsableitern neuzeitlicher Bauart in großer Zahl ermittelten Ableiterströme sind in Abb. 4 wiedergegeben: Weitaus die meisten

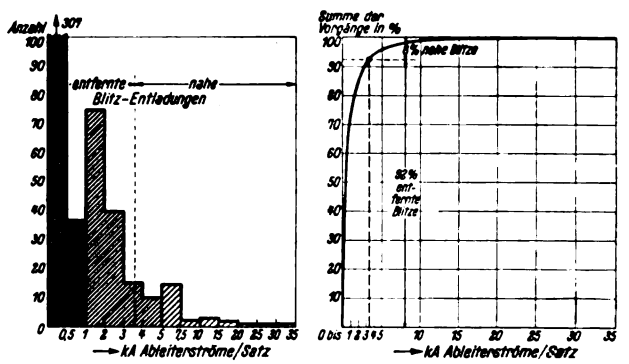


Abb. 4. Häufigkeit von Strömen in Überspannungableitern nach Messungen von Collins.

Ableiterströme blieben kleiner als 1 kA je Satz; Ströme über 5 kA je Satz sind verhältnismäßig selten vorgekommen. Diese Werte wurden in einem 24 kV-Netz ermittelt, dessen Leitungen auf Holzmasten verlegt waren. An geerdeten Traversen der Maste betrug die Stoßüberschlagspannung 450 kV. Soweit die Angaben von Collins. Geht man davon aus, daß die höchsten Überspannungen auf 450 kV begrenzt sind, dann lassen sich die Blitzentladungen in „entfernte" und „nahe" trennen. Denn der höchste Wanderwellenstrom bei entfernterem Blitzeinschlag, also ohne Erhöhung des Stromes durch eine Reflexion an der Einschlagstelle, beträgt etwa 3,6 kA je Satz. Bei größeren Strömen kann man einen Zuwachs des Ableiterstromes durch den nahen Blitzeinschlag annehmen; 92 % aller Entladungen wären demnach auf entfernte und 8 % auf nahe

[3]) S. Fußnote 2.
[4]) K. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 641.
[5]) H. Grünewald, ETZ 55 (1934) S. 505.
[6]) W. W. Lewis und C. M. Foust, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1180.
[7]) E. Bell, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1188.
[8]) K. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 213.
[9]) H. W. Collins, Electr. Wld., N. Y., 103 (1934) S. 688.

Digitized by Google

Blitzeinschläge zurückzuführen. Letztere Zahl ist aber zweifellos zu hoch ermittelt, da nicht bei allen Stationen die Traversen der Leitungsisolatoren vor der Station geerdet waren. Infolgedessen konnten hohe Überspannungen über 450 kV in die Stationen dank der Isolation durch die Holzmaste auch dann eindringen, wenn Blitzentladungen in größerer Entfernung die Leitungen getroffen hatten.

Der zeitliche Ablauf der Gewitterüberspannungen ist auch in den Jahren 1932 und 1933 Gegenstand der Untersuchungen von K. Berger[10]) gewesen. Mit drei Kathodenstrahl-Oszillographen wurden die Überspannungen gleichzeitig in zwei verschiedenen Netzen gemessen, so daß das Einzugsgebiet der Überspannungen sehr stark erweitert werden konnte. Durch entsprechende Schaltungen, Glockensignale usw. wurde jeweils der Ursprung der Sprungwellen angezeigt. Jedes Oszillogramm wurde in zwei verschiedenen Zeitmaßstäben aufgenommen: zunächst in etwa 200 µs der zeitliche Verlauf der Überspannungen, dann rücklaufend mit etwa 1000fach kleinerer Geschwindigkeit einige Halbwellen der Betriebspannung, um zu ersehen, wie diese von den atmosphärischen Einwirkungen beeinflußt wurde. Dank dieser eingehend durchdachten Meßmethode wurde eine Fülle wichtigen Materials gewonnen. Zwei typische Kathodenstrahl-Oszillogramme der Überspannungen zeigt Abb. 5,

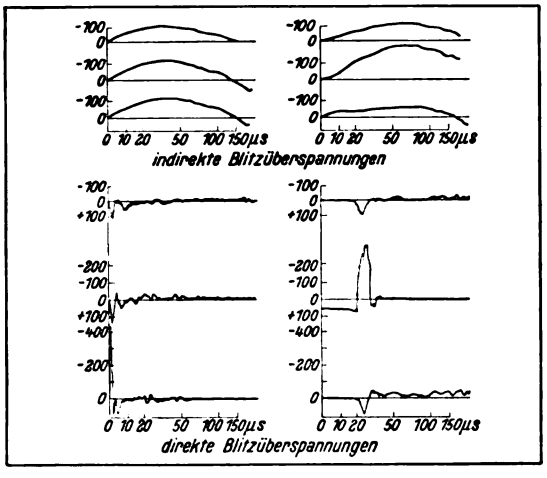


Abb. 5. Überspannungen durch indirekte Blitzeinwirkung und durch unmittelbaren Blitzeinschlag; aufgenommen von K. Berger.

nämlich den zeitlichen Verlauf der Überspannungen bei indirekter und direkter Gewittereinwirkung auf die Leitungen. Bei ersterer erkennt man ein verhältnismäßig langsames Ansteigen und Wiederabfallen der Spannung — auf allen drei Leitungen ähnlich — und bei direkten Blitzüberspannungen einen jähen Spannungssprung, der bei einem Überschlag über einen Isolator nach mehr oder weniger kurzer Zeit sofort zu einem Spannungszusammenbruch führt.

Bei influenzierten Überspannungen wurde die Feldänderungsgeschwindigkeit zu maximal 0,4 kV/µs · m festgestellt, d. h. bei der 10 m betragenden mittleren Leitungshöhe betrug die höchste Spannungsanstieggeschwindigkeit 4 kV/µs auf der Leitung bzw. 8 kV/µs in der Kopfstation. Die Höhe der Wellen ist im allgemeinen mit einigen 10 kV klein, kann aber auch gelegentlich 100 kV auf der Leitung erreichen. Neu war hier die Beobachtung, daß diese verhältnismäßig langsam in 50 bis 100 µs ansteigenden Wanderwellen über Transformatoren mit geerdetem Sternpunkt einen Ausgleich finden können, ohne daß es zu nennenswerten Spannungserhöhungen in der Anlage kommt. Da aber solche indirekten Gewitterüberspannungen meist niedrig sind und die Vorgänge bei direkten Blitzeinschlägen mit wesentlich größerer Steilheit verlaufen, bei denen die Transformatoren keinen Ausgleich bieten, ist diese Feststellung in erster Linie nur von meßtechnischer Bedeutung. Bei unmittelbaren Blitzeinschlägen sind Werte von einigen 100 bis annähernd 1000 kV/µs Anstieggeschwindigkeit beobachtet worden. Aus den Häufigkeitskurven von Gewitterüberspannungen kommt Berger zu dem Ergebnis, daß jede Hochspannungsstation in Freileitungsnetzen mindestens für 40 bis 50 kV Prüfspannung isoliert werden soll, um den häufigen kleinen Gewitterüberspannungen standhalten zu können. Es dürfte aber wirtschaftlicher sein, durch Einbau von leistungsfähigen Ableitern diese Wanderwellen auf ungefährliche Beträge zu begrenzen.

Einen sehr breiten Raum in den Veröffentlichungen nehmen die statistischen Untersuchungen in Hochspannungsnetzen ein, die in V. S. Amerika zum Teil acht und neun Jahre lang systematisch durchgeführt worden sind. Zur Ergründung der Gewitterstörungen standen hier sehr viele Hilfsmittel zur Verfügung. Besonders rühmend werden von den verschiedenen Berichtern[11]) schnellschreibende selbsttätige Instrumente hervorgehoben, die für eine Aufklärung und Fehlerortsbestimmung unerläßlich sind. Bei solchen Untersuchungen handelt es sich in erster Linie darum, auf Grund langjähriger Betriebserfahrungen festzustellen, zu welchen Erfolgen die Schutzmaßnahmen gegen Gewitterstörungen geführt haben. Trotzdem oftmals die Zahlen bis in viele Einzelheiten bekanntgegeben werden, ist es doch meist recht schwer, diese kritisch zu würdigen. Die Vorgänge liegen oft so verwickelt, daß eine genaue Kenntnis aller Einzelheiten einer Störung hierzu nötig ist.

Die amerikanischen Störziffern, das sind Auslösungen für je 100 km Leitungslänge und 1 Jahr, liegen im allgemeinen beträchtlich höher als die in deutschen 110 kV-Netzen ermittelten Werte. Stärkere Gewittertätigkeit in einigen Gegenden Nordamerikas mag gelegentlich mitwirken, ist aber kaum der ausschlaggebende Grund. Die Häufigkeit der Gewitter mit 35 im Jahr in New Jersey und Pennsylvania[12]) ist recht groß, jedoch gibt es auch in deutschen 110 kV-Netzen Gegenden mit gleicher oder größerer Gewitterhäufigkeit. Wenn z. B. in dem 132 kV-Netz der American Gas and Electric Co., einem Netz von 2320 km Länge, 7,2 Auslösungen je 100 km und Jahr als Mittelwert von sechs Jahren festgestellt werden, dann ist dies eine Zahl, der wir nicht im entferntesten etwas Gleichartiges entgegenzusetzen haben. Auch andere Netze zeigen erschreckend hohe Auslöseziffern, z. B. die 104 km lange 220 kV-Leitung Wallenpaupack—Siegfried mit 19,4 Auslösungen/100 km und Jahr als Mittel von sechs Jahren oder die 102 km lange 132 kV-Leitung der Victoria Falls and Transvaal Power Co. mit 9,8 Auslösungen je 100 km und Jahr als Mittelwert von sieben Jahren. Der Unterschied mit unseren Netzen ist wohl in erster Linie darauf zurückzuführen, daß nach Einführung der Erdstromlöschung in deutschen Netzen Auslösen der Leitungen durch einphasige Überschläge sehr selten vorkommt und daß die Leitungen selten über so unwirtliche Gegenden mit sehr hohen Erdübergangswiderständen der Maste geführt werden wie in einigen der angegebenen ausländischen Netze. Aus den Überschlagspuren an Isolatoren wurden bei der American Gas and Electric Co.[13]) als Mittelwert von vier Jahren folgende Überschlagshäufigkeiten festgestellt:

84,7 % einphasig,
12,2 % zweiphasig,
3,1 % dreiphasig.

Ähnliche Zahlen liegen aus anderen Netzen vor. Es ist einzusehen, daß bei Vermeiden von Auslösungen durch einphasige Überschläge die Zahlen der Auslösungen gewaltig abnehmen. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, daß einphasige Kurzschlüsse gelegentlich in zwei- und dreiphasige übergreifen können und daß auch bei dem Betrieb von Doppelleitungen die benachbarte Leitung in Mitleidenschaft gezogen werden kann. So z. B. erwiesen sich Doppelleitungen in den letzten Jahren nicht mehr so günstig im Betrieb wie im Jahre 1927[13]): Durch ständiges Anwachsen der Netzleistung ging die Zahl der Auslösungen beider Leitungen einer Doppelleitung von 15 % aller Auslösungen dieser Leitungen auf 43,2 % im Jahre 1932 in die Höhe. Hier konnte in erster Linie durch sehr schnelles Abschalten der Leitungen eine, wenn auch noch nicht ganz befriedigende Abhilfe geschaffen werden. Für das Verständnis der Beurteilung der Fragen nach dem Erdübergangswiderstand von Masten und nach der Bewährung der Erdseile muß daran erinnert werden, daß ein großer Teil der Blitzentladungen durch das Erdseil abgefangen wird, daß ein Erdseil aber hierzu meist nicht genügt und die Erdseile möglichst so aufgelegt werden müssen, daß sie weiter ausladen als die oberste Leitung[14]). Erdseile allein können aber nicht genügend schützen, wenn nicht auch der Erdübergangswiderstand der Maste niedrig

[10]) K. Berger s. Fußnote 8.

[11]) W. W. Lewis u. C. M. Foust, wie Fußnote 6. — P. Sporn u. I. W. Gross, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1195. — E. F. Rendell und H. D. Gaff, Trans. S. Afric. Inst. electr. Engr. 24 (1933) S. 258, ausführlich berichtet in ETZ 56 (1935) S. 313. — Bericht des Isolatoren-Unterausschusses des AIEE, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1443.

[12]) Electr. Engng. 53 (1934) S. 1443.

[13]) P. Sporn u. I. W. Gross, s. Fußnote 11.

[14]) S. Fußnote 12.

Digitized by Google

ist. Genau so gut kann aber auch Erniedrigung des Masten-Übergangswiderstandes allein keine voll befriedigende Lösung sein, wenn nicht gleichzeitig darauf Bedacht genommen wird, die unmittelbar die Leitungsseile treffenden Blitzentladungen abzufangen. Bei den zahlreichen Ermittelungen über den Einfluß des Erdübergangswiderstandes der Maste wird leider meist übersehen, daß die Überspannungen, die durch einen unmittelbaren Blitzeinschlag in einen Mast zustande kommen, sich über mehrere Mastfelder ausbreiten und ihrerseits weitere Überschläge auch an Masten mit niedrigen Erdübergangswiderständen hervorrufen können. Die Überschlagspuren dieses Wanderwellenvorganges sind meist nur schwer, oft überhaupt nicht später feststellbar, und nur an den Masten, wo dann zufälligerweise der nachfolgende Betriebstrom als Lichtbogen Schmelzspuren hinterließ, wird meist ein Überschlag angenommen. Zur Untersuchung von rückwärtigen Mastüberschlägen ist es unerläßlich, auch den Erdübergangswiderstand benachbarter Maste zu berücksichtigen.

Daß ein Erniedrigen des Mastwiderstandes einen Erfolg bringen kann, geht z. B. daraus hervor, daß nach Erniedrigung des mittleren Widerstandes der Maste von 80 Ω auf 5 Ω die Zahl der Auslösungen je 100 km Leitung und Jahr von 18,8 auf 5 in mehrjährigem Mittel zurückging. Aber man kann nicht aus den oben dargelegten Gründen erwarten, durch Erniedrigen des Widerstandes unter 10 Ω nennenswerte weitere Verminderung der Überschläge zu erreichen. So z. B. zeigte sich bei den 132 kV-Leitungen[15]), daß 57 % der übergeschlagenen Maste einen Erdübergangswiderstand von 10 Ω und weniger aufwiesen. Aus solchen Zahlenangaben allein läßt sich über den Erfolg, eine Gewitterstörung zu bekämpfen, nichts aussagen.

Zur Verbesserung der Erdübergangswiderstände wurden vier strahlenförmige Banderder von je 15 m Länge verlegt[16]), durch die der Erdübergangswiderstand von 10 bis 150 Ω auf etwa den halben Wert verringert werden konnte. In anderer Gegend fanden rd. 110 m Banderder Verwendung, und zwar je 2 · 45 m unterhalb der Leitung und 2 · 10 m im rechten Winkel hierzu, die etwa 40 bis 45 cm tief eingegraben waren. In einzelnen Strecken wurden auch Bodenseile verwendet[17]), über die zum Teil sehr günstige Erfahrungen[18]) vorliegen, zum Teil aber nur eine Verminderung der Überschläge um 33 bis 50 % nach ein- bis zweijährigem Betrieb zu verzeichnen war. Die Erfahrungen mit Strahlenerdern sind im allgemeinen nicht so günstig. Es ist aber hierbei zu berücksichtigen, daß das zum Erniedrigen des Erdübergangswiderstandes dienende Bandeisen beträchtlich kleinere Längen als das Bodenseil, nämlich nur 60 m je Mast, aufwies.

Sporn[19]) meint, daß die Erfahrungen mit Überschlag-Funkenstrecken auf den Leitungen (Expulsion Gap[20]) zu weiteren Versuchen ermutigte und daß es dann möglich sein könnte, ohne zusätzliche andere Maßnahmen, wie z. B. Erdseile und Erniedrigen des Erdübergangswiderstandes der Maste, die Leitungen blitzsicher zu bauen. Eine andere Lösungsmöglichkeit sieht er darin, Leitungsschalter mit höchsten Aus- und Einschaltgeschwindigkeiten zu bauen, die spätestens 10 Perioden nach dem Überschlag geöffnet und wieder geschlossen haben, so daß die Werke nicht auseinanderfallen und keine weiteren Auslösungen stattfinden.

Auf weitere Einzelheiten kann leider hier nicht eingegangen werden. Es sei nur noch erwähnt, daß der Vorgang, der sich beim Einschlag eines Blitzes in ein Erdseil mitten im Spannfeld oder beim Treffen eines Mastes abspielt, von Jordan[21]) einer genauen theoretischen Untersuchung unter Zugrundelegung der zahllosen Reflektionsvorgänge unterzogen worden ist. Die Berechnungen werden aber sehr unübersichtlich, wenn man sie bis in alle Einzelheiten treibt. Bewley[22]) berechnete die Vorgänge, die sich abspielen, wenn der Wanderwellenstrom durch ein im Erdboden vergrabenes Seil der Erde mitgeteilt wird. Die untersuchten Anordnungen sind das von Mast zu Mast eingegrabene Bodenseil oder die strahlenförmig verlegten Banderder. In der theoretischen Behandlung wurde von ihm angenommen, daß ein das Magnetfeld erzeugender Erdstrom in einem äquivalenten Leiter tiefer fließt als das Spiegelbild des Leitungsstromes, während er für die Spannungsbeziehungen dieses Spiegelbild einsetzt. Strom- und Spannungsbilder liegen also in verschiedenen Tiefen, und es lassen sich damit auf allen Leitern Wanderwellen mit verschiedenen Geschwindigkeiten nachweisen. Als „wirksamer" Widerstand ist anfänglich der Wellenwiderstand des im Erdboden vergrabenen Seiles nachweisbar, geht dann aber je nach der Länge und dem Leitwert des Erdbodens in 1 bis 10 µs in den endgültigen Erdübergangswiderstand des Seiles über. Durch eine größere Anzahl von Versuchen erläutert Bewley diese von ihm gewählten Voraussetzungen.

Die Gewitterforschungen haben auch Untersuchungen über die Gefährdung von Niederspannungs-Freileitungsnetzen[23]) und von Gebäuden durch Blitzeinschläge[24]) angeregt. Der bekannte französische Meteorologe Dauzère berichtet[25]), daß eine Blitzentladung gelegentlich in einem auf Holzmasten verlegten Freileitungsnetz große Verheerungen anrichten kann. So z. B. sind bei einem sehr starken Gewitter in Südfrankreich am 7. VIII. 1929 im Département Corrèze acht Personen in ihren Häusern durch Einschläge des Blitzes in das Ortsnetz getötet worden, und auch in den benachbarten Départements Haute Vienne, Creuse und Cantal wird über heftige Blitzeinschläge in Ortsnetze berichtet. A. Roth erwähnt Fälle in den Vogesen, den Alpen, dem Jura und den Pyrenäen.

Solche Ereignisse sind allerdings außerordentlich selten. Es ist aber nach Roth nicht zu übersehen, daß Maßnahmen für einen Gebäudeblitzschutz unvollständig sind, wenn die elektrische, in das Haus eingeführte Freileitung, die den Einzugsbereich des Hauses gegenüber dem Blitz vergrößert, nicht in diesen Schutz einbezogen wird. Dies muß sich um so mehr auswirken, als die Hausinstallation bekanntlich der schwächste Punkt der Anlage ist. Seiner Ansicht nach sind Ortsnetze in dicht bebauten Ortschaften sowie Leitungen in blitzarmen Örtlichkeiten ungefährdet. Hingegen ist es bei Leitungen außerhalb der Ortschaften und vor allem in gewitterreichen Gegenden notwendig, Schutzmaßnahmen zu treffen: In erster Linie eine gute Erdung der Isolatorenstützen im Netz, um Überspannungen von vielen Millionen Volt Höhe auf den Ortsnetzleitungen, die bei Holzmasten beobachtet worden sind, unmöglich zu machen, des weiteren leistungsfähige Überspannungsableiter zum Schutze der Häuser. Im allgemeinen sind die Schäden in elektrischen Hausinstallationen durch Gewitter geringfügig[26]). Einige durchgebrannte Lampen oder verbrannte Zählerspulen sind die häufigsten Erscheinungen. Aber auch Fälle, in denen der Blitz in das Ortsnetz einschlug und in Häusern Feuer entstanden war, sind bekannt geworden. Ch. Morel wendet sich in erster Linie gegen die weit verbreitete Auffassung, daß die Auffangstangen eines Blitzableiters einen Schutzbereich von etwa der doppelten Höhe der Stange hätten. Es sind Fälle bekannt geworden, die auch durch Bilder belegt werden, daß Blitzschäden innerhalb dieses Schutzbereiches wiederholt stattfanden. Viel zweckmäßiger ist es, sämtliche Metallteile miteinander zu verbinden und durch auf dem Dach verlegte Leitungen das schützende Netz zu vervollständigen. Er berichtet über einen interessanten Fall, der seiner Ansicht nach häufiger vorkommt. In einer Scheune brach während eines Gewitters ein Feuer aus, ohne daß ein unmittelbarer Blitzschlag vorgelegen hatte. Da das Feuer sofort gelöscht werden konnte, war es nicht schwierig, die Entstehungsursache festzustellen: Vom Firstbalken führte das Drahtseil eines Heuaufzuges zu einer Winde. Der Aufzug war am Baiken befestigt und nicht geerdet. Zwischen einem Bolzen und der Winde ist dann auf 5 cm Entfernung infolge Influenz des in einiger Entfernung niedergehenden Blitzes (Antennenwirkung!) ein Funke übergeschlagen, der das Heu in Brand gesetzt hatte.

Es ist zu erwarten, daß die rege Arbeit an der Erforschung der Gewitterstörungen zu einer weiteren Abrundung des gewonnenen Bildes in absehbarer Zeit führen wird, und es ist zu wünschen, daß man dann auch in die Entstehung der Gewitter und der Gewitterelektrizität, die noch nicht eindeutig geklärt ist und deren Theorien noch mancher experimentellen Bestätigung entbehren, einen tieferen Einblick gewinnt, als dies heute der Fall ist.

15) S. Fußnote 13.
16) S. Fußnote 6.
17) S. Fußnote 13 und 16.
18) S. Fußnote 16.
19) S. Fußnote 13.
20) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 733.
21) C. A. Jordan, Gen. electr. Rev. 37 (1934) S. 130.
22) L. V. Bewley, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1163, derselbe, Gen. electr. Rev. 37 (1934) S. 73.
23) A. Roth, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 93.
24) Ch. Morel, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 652.
25) C. Dauzère, Bull. Soc. franç. Electr. 5. Ser. Bd. 3 (1933) S. 623.
26) S. Fußnote 23.

Digitized by Google

Das Elektrisierungsprogramm des zweiten Fünfjahrplanes der UdSSR (1933 bis 1937).

Von Dipl.-Ing. K. A. Pohl, Berlin.

Übersicht. Anschließend an die früheren Veröffentlichungen der ETZ 54 (1933) S. 1138 über die bisherige Entwicklung der russischen Elektrizitätswirtschaft werden die amtlichen Richtlinien für die Elektrisierungsarbeiten in dem Jahrfünft 1933 bis 1937 kurz wiedergegeben und im Hinblick auf etwaige Lieferungsmöglichkeiten der deutschen Industrie untersucht.

In dem Beitrag „Der Stand der Elektrizitätsversorgung der UdSSR im Jahre 1932“[1]) wurden die Ergebnisse des ersten russischen Fünfjahrplanes auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft erläutert, über dessen Grundzüge G. Dettmar in seinem Bericht „Die Elektrizitätsversorgung Sowjetrußlands“[2]) eingehend berichtet hat. Angesichts des hervorragenden Anteils der deutschen elektrotechnischen Industrie an der Durchführung der russischen Elektrisierungsarbeiten in den Jahren 1928 bis 1932 kann man annehmen, daß auch die weitere Entwicklung der russischen Elektrizitätsversorgung für die einschlägigen Industrien Deutschlands von Interesse sein dürfte. Aus diesem Grunde sollen nachstehend die im Dezember 1934 von der Staatlichen Planungskommission der UdSSR herausgegebenen, von den maßgebenden Stellen der Sowjetunion bestätigten Richtlinien für den Ausbau der russischen Elektrizitätswirtschaft in den Jahren 1933 bis 1937 kurz erläutert werden.

Das Elektrisierungsprogramm des zweiten Fünfjahrplanes sieht die Erhöhung der installierten Leistung russischer Kraftwerke auf 10,9 Mill kW bei einer Stromerzeugung von 38 Mrd kWh im Jahre 1937 gegen 13,4 Mrd im Jahre 1932 vor. Es geht von der Voraussetzung aus, daß man in den Jahren 1933 bis 1937 die Umstellung der russischen Industrie vom mechanischen auf elektrischen Betrieb zu beenden hofft; als weitere wichtige Aufgaben der Elektrisierungsarbeiten in den Jahren 1933 bis 1937 gelten ferner: fortschreitende Elektrisierung der Eisenbahnen, gesteigerte (nach Möglichkeit mit der Fernheizung verbundene) Stromversorgung der Städte und die Einleitung der Elektrisierung der Landwirtschaft.

Der Stromverbrauch.

Der jährliche Stromverbrauch der Industrie soll bis zum Jahre 1937 um rd. 203 %, d. h. auf 26,4 Mrd kWh, gesteigert werden, obwohl der Umfang der Industrieproduktion in derselben Zeit nur um etwa 114 % zunehmen soll. Diese absolute und relative Zunahme des Stromverbrauchs ist z. T. auf die gesteigerte Verwendung der Elektrizität für die elektrochemischen und elektrothermischen Produktionsprozesse zurückzuführen (der einschlägige Strombedarf soll im Laufe des Jahrfünfts 1933 bis 1937 um 800 % zunehmen und rd. ein Viertel des gesamten industriellen Stromverbrauches ausmachen). Ausschlaggebend ist aber der fortschreitende Ersatz mechanischer Antriebsmittel durch den elektrischen Antrieb. Nach den entsprechenden Planvoranschlägen sollen im Jahre 1937 rd. 87 % des gesamten Arbeitsverbrauches für die Industrieantriebe (4970 kWh je Arbeiter und Jahr) auf die elektrischen Antriebe entfallen, während 1932 ihr Anteil nur 69 % betrug.

Die bislang verhältnismäßig zurückgebliebene und erst neuerdings stärker geförderte Elektrisierung der Eisenbahnen soll im Jahrfünft 1933 bis 1937 mit größerem Nachdruck fortgesetzt werden, so daß bis zum 1. I. 1938 die in Abb. 1 und Zahlentafel 1 angeführten Eisenbahnlinien auf elektrischen Betrieb umgestellt bzw. für die Umstellung vorbereitet werden müssen.

Nicht in demselben Maß wie der Stromverbrauch der Industrie und der Eisenbahnen, immerhin aber fast um das Doppelte, soll der städtische Strombedarf steigen.

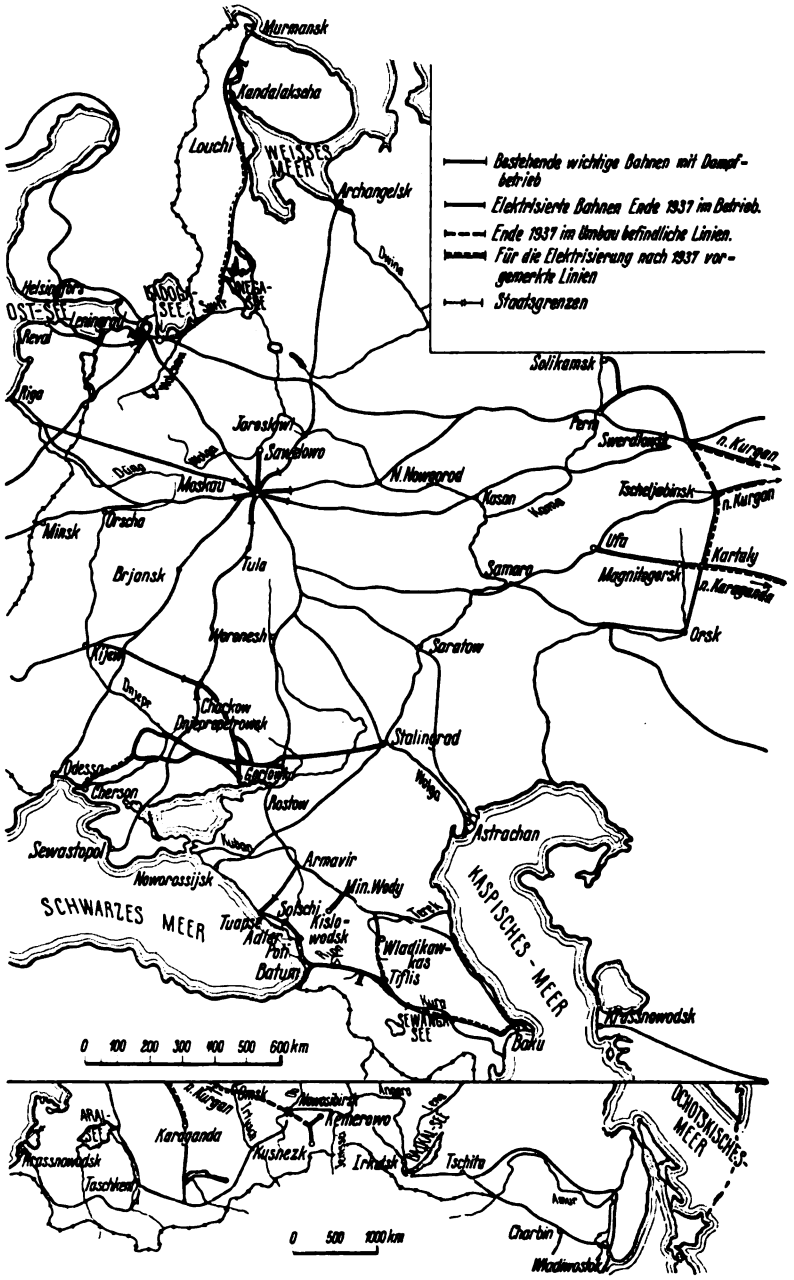


Abb. 1. Übersicht der elektrisierten bzw. in Elektrisierung begriffenen Vollspurbahnen der UdSSR am Ende des zweiten Fünfjahrplanes (31. XII. 1937).

Für diese Steigerung ist nicht nur die starke Zunahme der Stadtbevölkerung der UdSSR (insgesamt 46,1 Mill Personen Ende 1937 an Stelle von 39,7 Mill Personen Ende 1932) infolge der Erweiterung bestehender und Gründung neuer Städte maßgebend, sondern auch die fortschreitende Entwicklung stromverbrauchender städtischer Wohlfahrtseinrichtungen (Beleuchtung, Verkehrsmittel, elektrische

[1]) ETZ 54 (1933) S. 1138, 1168 u. 1184.
[2]) ETZ 50 (1929) S. 667 u. 705.

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Übersicht der elektrischen Eisenbahnen der UdSSR nach dem Stande am 31. XII. 1937.

Bahnlinien	Länge in km im Betrieb	Länge in km im Bau	Anmerkungen
A. Durchgehende Hauptbahnen.			
1. Stalingrad—Gorlowka (Donezrevier)—Dnjepropetrowsk mit Zweigbahnen (südruss. Industriegebiet)	1422	—	seit 1932 z. T. im Bau
2. Charkow—Gorlowka—Rostow a. Don mit Zweigbahnen (südruss. Industriegebiet)	340	317	Baubeginn 1936
3. Wladikawkas—Tiflis—Batum mit Zweigbahnen (Transkaukasien)	482	228	Strecke Wladikawkas—Tiflis Neubau. Rest seit 1932 z. T. im Betrieb
4. Perm—Swerdlowsk—Tscheljabinsk mit Zweigbahnen (Ural)	741	253	seit 1930 z. T. im Bau
5. Ufa—Magnitogorsk (Ural)	365	—	Neubau, Baubeginn 1936
6. Omsk—Nowosibirsk—Kusnezk mit Zweigbahnen (Sibirien)	231	942	Beginn der Arbeiten 1936
Summe A	3581	1740	
B. Begrenzte Hauptbahnabschnitte.			
1. Moskau—Sawelowo (Zentr.-Rußland)	136	—	Beginn der Arbeiten 1933
2. Louchi—Murmansk (Kola-Halbinsel)	467	—	Beginn der Arbeiten 1934
3. Mineraljnyje Wody—Kislowodsk (Nord-Kaukasus)	72	—	seit 1932 im Bau
4. Beloretschenskaja—Tuapse, Sotschi—Adler (Nord-Kaukasus) und andere kleinere Abschnitte	269	—	Beginn der Arbeiten 1936
Summe B	944	—	
C. Vorortbahnen.			
1. Vorortbahnen b. Moskau	301	29	seit 1929 z. T. im Betrieb
2. Vorortbahnen b. Leningrad	172	—	seit 1931 z. T. im Bau
3. Vorortbahnen b. Charkow	66	—	Beginn d. Arbeiten 1934
4. Vorortbahnen b. Baku	25	—	seit 1926 im Betrieb
Summe C	564	29	
insgesamt A + B + C	5089	1769	

Koch-, Heiz- und Warmwasserbereitungs-Einrichtungen usw.), so daß der Stromverbrauch für Eigenbedarfszwecke je Kopf der städtischen Bevölkerung von 62,9 kWh (1932) auf etwa 99,8 kWh (1937) ansteigen dürfte.

Im Vergleich zu dem Stromverbrauch der Städte wird der Stromverbrauch der ländlichen Bevölkerung (insbesondere für den elektrischen Antrieb landwirtschaftlicher Maschinen sowie für den Hausgebrauch) auch am Ende des zweiten Fünfjahrplanes nur unbedeutend sein (7,4 kWh je Einwohner gegen 0,80 kWh im Jahre 1932), obwohl seine Entwicklung die relativ stärkste Zunahme unter den wichtigsten in der Zahlentafel 2 angegebenen Stromverbrauchergruppen aufweist.

Zahlentafel 2. Stromverbrauch der UdSSR in den Jahren 1932 und 1937.

Verbrauchergruppen	1932 Mrd kWh	1932 %	1937 Mrd kWh	1937 %	1937 in % v. 1932
Industrie	8,7	65,0	26,4	69,4	303
Städte	2,5	18,7	4,6	12,1	184
Bahnen	0,4	3,0	1,6	4,2	400
Landwirtschaft*)	0,1	0,7	1,0	2,6	1000
Summe	11,7	87,4	33,6	88,3	287
Eigenverbrauch und Verluste im Netz	1,7	12,6	4,4	11,7	259
insgesamt	13,4	100,0	38,0	100,0	284

*) Einschl. des Stromverbrauchs der ländlichen Bevölkerung für Beleuchtung usw.

Die Stromerzeugung.

Die im 2. Fünfjahrplan vorgesehene Entwicklung einzelner Kraftwerksgruppen stimmt mit dieser Einteilung des Stromverbrauches nicht ganz überein. Entsprechend der auch bisher beobachteten Tendenz entfallen die Hauptanteile an der Leistungs- und Stromerzeugungszunahme auf die von der Bundesregierung der UdSSR (d. h. von der

Zahlentafel 3. Planmäßig vorgesehene installierte Leistung und Stromerzeugung russischer Kraftwerke in den Jahren 1933 bis 1937.

Kraftwerkgruppen	Einheiten	1933	1934	1935	1936	1937
I. Installierte Leistung.						
a) von der Bundesregierung geleitete Kraftwerke	1000 kW	3 304	3 915	4 677	5 565	6 646
b) Überlandwerke im Industriebesitz	„	452	616	874	1 023	1 248
c) städtische Kommunalwerke	„	280	255	431	511	600
d) ländliche Kommunalwerke	„	60	72	97	130	180
e) Fabrikzentralen	„	1 315	1 563	1 692	1 875	2 026
f) Bahn- und Postzentralen	„	102	102	106	114	200
insgesamt	1000 kW	5 513	6 623	7 877	9 218	10 900
II. Stromerzeugung.						
a) von der Bundesregierung geleitete Kraftwerke	Mill kWh	10 250	12 500	16 000	20 000	24 500
b) Überlandwerke im Industriebesitz	„	1 150	1 600	2 500	3 500	5 250
c) städtische Kommunalwerke	„	780	900	1 050	1 300	1 600
d) ländliche Kommunalwerke	„	92	100	150	220	300
e) Fabrikzentralen	„	3 418	3 725	4 100	4 760	6 000
f) Bahn- und Postzentralen	„	165	165	200	220	350
insgesamt	Mill kWh	15 855	19 000	24 000	30 000	38 000

Zahlentafel 4. Übersicht der an regionale Sammelschienen angeschlossenen Kraftwerke (voraussichtlicher Stand am 31. XII. 1937).

Kraftwerkgruppen	Zahl der Kraftwerke	Leistung in MW	installierte Leistung der Kraftwerke: bis 10 MW Zahl	bis 10 MW Lstg. in MW	10 ··· 20 MW Zahl	10 ··· 20 MW Lstg. in MW	20 ··· 50 MW Zahl	20 ··· 50 MW Lstg. in MW	50 ··· 100 MW Zahl	50 ··· 100 MW Lstg. in MW	über 100 MW Zahl	über 100 MW Lstg. in MW
A. Von der Bundesregierung geleitete Kraftwerke.												
1. Überlandwerke	62	4998,0	1	7,5	5	71,5	30	969,0	8	596,5	18	3353,5
2. Überlandheizwerke	25	1396,0	3	16,5	2	26,0	6	227,0	9	528,5	5	598,0
3. Fabrikwerke	6	59,8	2	12,8	4	47,0	—	—	—	—	—	—
4. Fabrikheizwerke	4	41,0	1	4,0	3	37,0	—	—	—	—	—	—
5. Kommunalwerke	18	117,9	11	39,7	6	78,2	—	—	—	—	—	—
6. Kommunalheizwerke	5	33,3	4	19,3	1	14,0	—	—	—	—	—	—
Summe A	120	6646,0	22	99,8	21	273,7	36	1196,0	17	1125,0	23	3951,5
B. Überlandwerke im Industriebesitz.												
1. Überlandwerke ohne Fernheizbetrieb	5	562,6	—	—	—	—	1	27,0	1	62,0	3	473,6
2. Überlandheizwerke	13	684,9	1	2,3	1	19,4	5	197,0	4	233,2	2	233,0
Summe B	18	1247,5	1	2,3	1	19,4	6	224,0	5	295,2	5	706 6
C. Selbständige Kraftwerke.												
1. Fabrikwerke	32	424,0	11	51,1	13	177,8	8	195,1	—	—	—	—
2. Fabrikheizwerke	32	461,7	15	90,7	9	119,0	7	202,0	1	50,0	—	—
3. Kommunalwerke	11	68,9	10	58,9	1	10,0	—	—	—	—	—	—
4. Kommunalheizwerke	7	46,0	6	32,0	1	14,0	—	—	—	—	—	—
Summe C	81	1000,6	42	232,7	24	321,8	15	397,1	1	50,0	—	—
Insgesamt (A + B + C)	219	8894,1	65	334,8	46	613,9	57	1817,1	23	1470,2	28	4658,1

Digitized by Google

sogenannten Energetischen Hauptverwaltung des Volkskommissariates für die Schwerindustrie) geleiteten Kraftwerke (diese Gruppe umfaßt vorwiegend öffentliche Überlandzentralen sowie die meisten im Verbundbetrieb mit denselben arbeitenden Fabrik- und Kommunalwerke) sowie auf die Überlandwerke im Industriebesitz. Die Entwicklung der Eigenanlagen einzelner Fabriken bzw. der Post- und Eisenbahnverwaltung sowie der städtischen Kommunalkraftwerke ist wesentlich bescheidener, während ländliche Kommunalanlagen, trotz starker Entwicklung, noch ziemlich belanglos bleiben. Zahlentafel 3 veranschaulicht die planmäßig vorgesehene Verteilung der Leistung und der Stromerzeugung während der Fünfjahrperiode 1933 bis 1937 auf die vorstehend genannten Kraftwerksgruppen.

Wie ersichtlich, ist der Gesamtanteil der für die Überlandnetze arbeitenden Kraftwerke (Gruppen a und b der Zahlentafel 3) recht bedeutend (72,4 % der installierten Leistungen und rd. 78,3 % der Stromerzeugung im Jahre 1937). Tatsächlich dürfte jedoch die Gesamtheit der an regionale Sammelschienen angeschlossenen Kraftwerke eine noch größere Leistung bzw. Stromerzeugung erreichen, was aus der Zahlentafel 4 hervorgeht, die auch die meisten selbständigen Anlagen enthält, von denen mit Sicherheit angenommen werden kann, daß sie bis Ende 1937 an die regionalen Sammelschienen angeschlossen sein werden[3]). *(Schluß folgt.)*

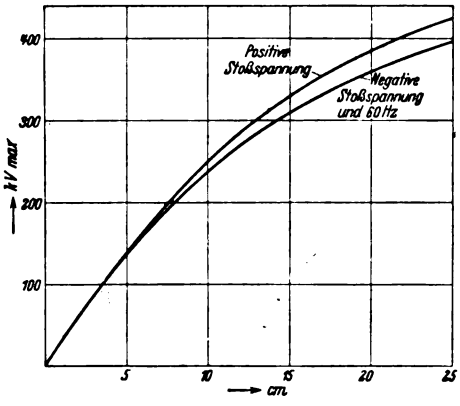
[3]) Berücksichtigt sind nur neuere und größere Anlagen (mindestens 3000 kW bei Wärmekraftwerken und 1000 kW bei Wasserkraftanlagen), die sich 1932 bereits im Betrieb oder im Bau befanden.

Die elektrische Festigkeit der Luft bei verschiedenartiger Beanspruchung.

Auf dem Gebiete der elektrischen Festigkeit der Luft, und zwar sowohl bei betriebsfrequenter wie auch bei stoßartiger Beanspruchung, sind im letzten Jahre mehrere wichtige amerikanische Arbeiten erschienen. Größerer Beachtung dürften diese, insonderheit die Messungen mit der Kugelfunkenstrecke, in Deutschland sicher sein, wo dieses Gebiet von jeher besonders eifrig erforscht worden ist. Zudem haben die neuen amerikanischen Arbeiten, wenigstens soweit sie sich auf Eichwerte für größere Kugeldurchmesser und deren Vergleich mit kleineren Kugeln beziehen, zu ganz ähnlichen Schlußfolgerungen geführt, wie sie deutscherseits schon seit Jahren vertreten worden sind, nämlich daß die bisherigen, größtenteils auf der Peekschen Formel begründeten Eichwerte untereinander nicht genügend übereinstimmen und unbedingt richtiggestellt werden sollten.

Zunächst mögen zwei Arbeiten über Messungen mit der Kugelfunkenstrecke besprochen werden, die fast gleichzeitig erschienen sind. Es ist dies eine „Eichung der Kugelfunkenstrecke" betitelte Arbeit von J. R. Meador[1]) und eine denselben Gegenstand behandelnde Arbeit von P. L. Bellaschi und P. H. McAuley[2]). Sämtliche Messungen wurden an Kugelpaaren von 6,25, 12,5, 25, 50, 75, 100, (150) und 200 cm Dmr. bei einpoliger Erdung, und zwar sowohl mit Wechselstrom von 60 Hz als auch mit Spannungstoß verschiedener Polarität ausgeführt. Dabei wurde die in Amerika meist gebrauchte Stoßwelle von 1,5 µs Stirndauer und 40 µs Halbwertsdauer (nach amerikanischer Bezeichnungsweise) zugrunde gelegt. Zur Bestimmung der Spannungshöhe benutzte J. R. Meador bei seinen im Hochspannungslaboratorium der General Electric Co. in Pittsfield, Mass., durchgeführten Messungen eine eingebaute Meßwicklung mit angeschlossenem Scheitelspannungs-Voltmeter, eichte damit bei 60 Hz eine Kugelfunkenstrecke von 200 cm Dmr. bis 50 cm Schlagweite, wo nachgewiesenermaßen noch kein Polaritätseinfluß besteht, und verglich nun mit dieser Kugelfunkenstrecke die kleineren Kugeln auch bei Spannungsstoß. P. L. Bellaschi und McAuley der Westinghouse El. & Mfg. Co. verwendeten für ihre teils in Trafford, teils in Sharon angestellten Messungen dagegen ausschließlich einen Kathodenstrahl-Oszillographen in Verbindung mit einem Widerstands-Spannungsteiler, dessen Zuverlässigkeit und völlige Übereinstimmung mit einem kapazitiven Spannungsteiler bereits früher durch anderweitige Messungen[3]) erwiesen war.

Die Versuchsergebnisse beider Arbeiten stimmen nun darin vollkommen überein, daß in der Höhe der Stoßüberschlagspannung von Kugelelektroden bei einpoliger Erdung von jeweils bestimmtem Kugelabstand bzw. von einem bestimmten Verhältnis von Kugelabstand zu Kugeldurchmesser an ein ausgesprochener Polaritätseinfluß vorhanden ist. Während die Spannungswerte für negativen Stoß praktisch vollkommen mit den Überschlagwerten betriebsfrequenten Wechselstroms zusammenfallen, liegen die Stoßüberschlagwerte (vgl. Abb. 1) für positive Polarität etwa von einem Abstand größer als ein Viertel des Kugeldurchmessers an wesentlich höher als bei negativem Stoß (Unterschied bis etwa 6 bis 8% bei den größten Schlagweiten gleich dem Kugeldurchmesser). Für genaue Stoßmessungen sollten dabei kleinere Kugeln, wie solche von 6,25 und 12,5 cm Dmr., die ohnehin ein etwas abweichendes Verhalten zeigten, überhaupt nur bis zu einem Abstand gleich dem halben Kugeldurchmesser und größere Kugeln von 25 cm Dmr. und mehr nur bis zu einem Abstand von 80 % des Kugeldurchmessers verwendet werden. In bezug auf die Höhe der Überschlagwerte stimmten fast bei allen Kugeln die in den drei Versuchsfeldern gemessenen Werte, wenn auf gleiche Temperatur von 25 ° C und 760 mm Hg bezogen, ganz ausgezeichnet, d. h. bis auf 1 bis 2 % im Mittel, überein. Nur bei 50 cm-Kugeln ergab sich vorläufig ein etwas größerer mittlerer Unterschied von 2 bis 3 %. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die den Messungen selbst anhaftende Ungenauigkeit (Unterschiede bei Wiederholung zu verschiedenen Zeiten, aber unter möglichst gleichen Verhältnissen) auch etwa 2 bis 3 % betrug gegenüber 1 bis 2 % bei aufeinanderfolgenden Messungen mit derselben Anordnung.



$t = 25°$
$b = 760$ mm Hg

Abb. 1. Stoß- und 60 Hz-Überschlagspannung zwischen 2 Kugelelektroden von 25 cm Dmr. bei einpoliger Erdung.

Völlig übereinstimmend wurde von beiden Verfassern festgestellt, daß die bisherigen Überschlagwerte für 60 Hz gemäß AIEE-Standards vom Mai 1928, die sich bekanntlich größtenteils nur auf berechnete Werte nach der Peekschen Formel gründen, für größere Durchmesser von 50 cm an bis zu 10 % und mehr nach oben abweichen. Dabei zeigte eine über s/D als Abszisse aufgetragene Fehlerkurve den bereits aus früheren deutschen Veröffentlichungen[4]) bekannten Verlauf. Die Verfasser fordern daher übereinstimmend unbedingt eine baldige Revision der jetzigen AIEE-Eichwerte. Dies wurde auch bei der Besprechung[5]) dieser beiden Arbeiten auf der AIEE-Sommertagung 1934 in Hot Springs, Va., von den verschiedensten Seiten bestätigt. Weiter wurde dabei auf den großen Einfluß der umgebenden Wände hingewiesen und aus diesem Grunde ein möglichst kleiner Kugelabstand (u. U. nur bis zum halben Wert des Kugeldurchmessers) empfohlen; ferner wurden die Vor- und Nachteile waagerechter bzw. senkrechter Anordnung der Kugelfunkenstrecke und die Behandlung der Kugeloberfläche zwecks Erzielung möglichst eindeutiger Überschlagwerte usw. erörtert. Bemerkt sei noch, daß Meador bei seinen Versuchen mit betriebsfrequentem Wechselstrom auch die Häufigkeit[6]) positiver und negativer Überschläge mit Hilfe einer Neonröhre, die von einem mit der Kugelfunkenstrecke in Reihe liegenden Widerstand abgezweigt war, mit untersucht hat und das prozentuale Vorkommen positiver Entladung zeichnerisch

[1]) Electr. Engng. 53 (1934) S. 942.
[2]) Electr. J. (1934) S. 228; L'Energia elettr., 11 (1934) S. 559.
[3]) Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 52 (1933) S. 544.
[4]) Estorff, Toepler, Franck, ETZ 51 (1930) S. 777 u. a.
[5]) Electr. Engng., 53 (1934) S. 1652.
[6]) Vgl. auch H. Buchwald, Diss. Braunschweig 1930. Erwin Marx ETZ 51 (1930) S. 1164, Abb. 9.

Digitized by Google

mit dargestellt hat. Die dabei festgestellten ausgeprägten Sprungstellen positiver und negativer Entladung können vielleicht auf entsprechende Übergänge in der Entladungsform schließen lassen, wie dies neuerdings M. Toepler und J. Claußnitzer bei Messungen über die Toeplersche Knickstelle[7]) in dem Verlaufe der Anfangspannung gefunden haben.

Nach den Versuchen Meadors kann übrigens der Polaritätseinfluß, der nur auf das unsymmetrische Feld zwischen den Kugeln bei einpoliger Erdung zurückzuführen ist, weitgehend vermieden werden, wenn abgeschirmte Kugelfunkenstrecken (also wohl ähnlich der Toeplerschen Käfiganordnung) verwendet werden. Dann stimmen die Werte für geerdete und für symmetrische Anordnung nahezu überein. Allerdings hat diese Abschirmung nach Ansicht Meadors den Nachteil zu großen Raumbedarfes. Jedoch dürfte dies kaum zutreffen, wenn man berücksichtigt, welch große Schutzabstände zur Vermeidung störender Einflüsse bei nicht abgeschirmten Elektroden erforderlich sind!

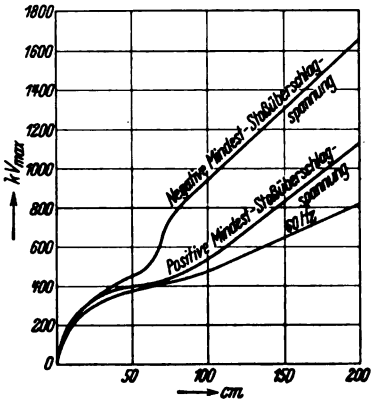
Besondere Bedeutung dürften die vorstehend behandelten Messungen von Meador und Bellaschi für die in Aussicht genommene internationale Normung von Eichtafeln für Kugelfunkenstrecken besitzen. Was insonderheit die nach den vorliegenden Messungen zweifelsfrei festgestellte große Abweichung gegenüber den bisherigen AIEE-Standards, die den IEC-Normen zugrunde gelegt werden sollten, anbelangt, so bilden die amerikanischn Messungen, wie schon eingangs hervorgehoben, eine vorzügliche Bestätigung der von deutscher Seite schon seit einer Reihe von Jahren in den verschiedensten Veröffentlichungen und IEC-Schriftstücken aufgestellten Behauptung, nämlich daß die nach der Peekschen Formel berechneten Eichwerte für Kugeln verschiedener Größe nicht genügend übereinstimmen.

Drei weitere amerikanische Arbeiten neuerer Zeit beziehen sich hauptsächlich auf Spannungsstoß, wobei P. L. Bellaschi[8]) die Verwendbarkeit und Grenzen der Kugelfunkenstrecke zu Spannungsmessungen behandelt. Hiernach sind nach seinen Messungen verschiedene grundsätzliche Gesichtspunkte zu beachten: Zunächst haben sich, wie schon oben näher ausgeführt, die aus der bisher benutzten Peekschen Formel berechneten Werte für größere Kugeldurchmesser als zu hoch erwiesen. Weiter muß bei Stoßversuchen und einpoliger Erdung der Polaritätseinfluß genauestens berücksichtigt werden; endlich ist zu beachten, daß bei Wellen kürzester Dauer (unter 1 bis 2 µs Dauer) der Stoßfaktor schon merklich von 1 abweicht.

Im einzelnen haben die Versuche gezeigt, daß bei einpoliger Erdung die Überschlagwerte für positiven und negativen Stoß nur bis zu einem Verhältnis s/D (Schlagweite zu Kugeldurchmesser) von etwa 0,25 übereinstimmen. Während die Form der Stoßwelle für längere Wellen (über 2 µs Dauer) ohne Einfluß auf die Höhe der Überschlagspannung ist, der Stoßfaktor, d. h. das Verhältnis des Scheitelfaktors der gemessenen Stoßwelle zu dem Scheitelwert betriebsfrequenten Wechselstroms also 1 ist, nimmt der Stoßfaktor für kürzere Wellen (unter 1 bis 2 µs Dauer) bzw. bei entsprechend raschem Spannungsanstieg merklich zu. Im allgemeinen genügen jedoch für die Benutzung der Kugelfunkenstrecke zu Spannungsmessungen zwei Eichtafeln, nämlich eine für betriebsfrequente Wechselspannung und negative Stoßwellen und eine zweite für positive Stoßwellen. Als einzige Korrektur ist dabei diejenige auf Luftdichte zu berücksichtigen, wobei die Überschlagspannung praktisch proportional der Dichte angenommen werden kann. Die Luftfeuchtigkeit hat dagegen keinen merkbaren Einfluß auf die Höhe der Überschlagspannung an Kugelfunkenstrecken. Eine Bestrahlung der Kugelfunkenstrecke dürfte im allgemeinen entbehrlich sein.

Der große Einfluß geerdeter Teile (Wände) sowie benachbarter leitender Fremdkörper kann bei Einhaltung eines Schutzabstandes der geerdeten Kugel gleich dem zwei- bis dreifachen Kugeldurchmesser (statt des allgemein geforderten fünffachen Abstandes) auf einen Mindestwert beschränkt werden und praktisch unberücksichtigt bleiben, wenn als größtes Verhältnis von s/D ein solches von 0,5 gewählt wird. Dann können unter gleichen atmosphärischen Bedingungen immerhin noch Spannungen gemessen werden, die etwa zwei Drittel der dem vollen Kugeldurchmesser entsprechenden Spannung betragen, was bei der ziemlich großen Überlappung der verschiedenen Kugeleichkurven durchaus genügt. Somit sollte die Kugelfunkenstrecke also nur bei bekannter Kurvenform der Stoßspannung (deren Dauer nicht weniger als 2 µs betragen darf) verwendet werden. Andernfalls ist die Benutzung eines Kathodenstrahl-Oszillographen unerläßlich.

Eine weitere Arbeit[9]) von P. L. Bellaschi und W. L. Teague bezieht sich auf Messungen an einer geerdeten ebenen Platte gegenüber einer Stabelektrode oder einer Kugelelektrode, wobei die für technische Anwendungen in Betracht kommenden großen Abstände besonders berücksichtigt sind. Hierbei wurde überraschenderweise gefunden, daß bei einigermaßen gleichförmigem Felde, wie zwischen zwei Kugelelektroden oder einer Kugel gegenüber einer Platte, kleine Abstände bis zu etwa drei Viertel des Kugeldurchmessers vorausgesetzt, die positive Stoßspannung höher als die negative liegt, dagegen bei stark ungleichförmigem Felde, wie Stab gegen Platte oder weiter entfernter Kugel gegen Platte, das Verhältnis gerade entgegengesetzt ist, also die negative Stoßüberschlagspannung wesentlich höher liegt. Die positiven und negativen Stoßüberschlagspannungswerte für Kugel gegen Platte überkreuzen sich also bei gewisser Schlagweite; hierzu Abb. 2.



$t = 25°$, $b = 760$ mm Hg, abs. Feuchtigkeit = 7,1 bis 18 g/m³

Abb. 2. Stoß- und 60 Hz-Überschlagspannung zwischen einer Kugelelektrode von 25 cm Dmr. und einer geerdeten ebenen Platte.

Im übrigen können folgende allgemeine Schlußfolgerungen aus den Versuchen gezogen werden: Der Einfluß der Polarität bei Stoßbeanspruchung der Luft hängt ganz von dem Grade der Unsymmetrie des elektrischen Feldes ab. Die Überschlagspannung ist am niedrigsten, wenn der positive Pol an der Elektrode liegt, wo das elektrische Feld am stärksten ist, und am höchsten bei negativer Polarität. Daher weisen Stabelektroden gegenüber Platten durchgängig höhere negative Stoßüberschlagwerte auf. Bei Kugelelektroden gegenüber Platten wird bei einem Abstand gleich dem dreifachen Kugeldurchmesser das elektrische Feld so ungleichförmig, daß sich dieselben Verhältnisse wie bei einem Stab gegenüber Platte ergeben. Der Übergang ist dabei ziemlich unvermittelt. Für Anordnungen, wo das elektrische Feld nur wenig von einem gleichförmigen abweicht (wie für zwei Kugelelektroden), fallen die betriebsfrequente Überschlagspannung und die negative Stoßüberschlagspannung praktisch zusammen. Für ausgeprägte Unsymmetrie dagegen ist die betriebsfrequente Überschlagspannung stets etwas niedriger als die positive und bedeutend niedriger als die negative Stoßüberschlagspannung. Dies bedeutet also, daß der normalfrequente Überschlag bei positiver Polarität der Spannung erfolgt.

Während die vorbeschriebenen, bis zu Spannungen von 1,6 Mill. V durchgeführten Messungen recht weitgehende Nutzanwendungen für technische Zwecke erschließen, möge an dieser Stelle noch darauf hingewiesen werden, daß diese Beobachtungen über den elektrischen Durchschlag im unhomogenen Felde und die daraus sich ergebenden grundsätzlichen Folgerungen durchaus in Einklang mit früheren deutschen Untersuchungen stehen[10]).

Eine letzte Arbeit von G. D. Heye[11]) behandelt die negative Stoßüberschlagspannung von Hängeisolatoren und Stabfunkenstrecken, nachdem für die positive Stoßüberschlagspannung und Schlagweiten über 25,4 cm Länge für Stoßwellen von 1-5 und 1,5-40 µs Dauer schon früher[12]) von einem gemischten amerikanischen Ausschuß entsprechende Werte festgesetzt worden waren. Die neuen Versuchswerte, die sämtlich auf 25 ° C, 760 mm Hg und 6,5 grain je Kubikfuß (= 14,9 g/m³, also 65 % relative Feuchtigkeit) bezogen sind — Unterlagen über die erforderliche Umrechnung waren in verschiedenen früheren

[7]) ETZ 53 (1932) S. 1219; 54 (1933) S. 911.
[8]) Electr. Wld., N. Y., 105 (1935).
[9]) Electr. Engng. 53 (1934) S. 1638.
[10]) Erwin Marx, Arch. Elektrotechn. 20 (1928) S. 589; ETZ 51 (1930) S. 1161; Erwin Marx „Lichtbogen-Stromrichter", S. 14 (Julius Springer, Berlin 1932). M. Toepler, Z. techn. Physik 10 (1929) S. 33. W. Holzer, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 865; Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 145.
[11]) Gen. electr. Rev. 37 (1934) S. 548.
[12]) Electr. Wld., N. Y., 103 (1934) S. 507. Electr. Engng. 53 (1934) S. 882.

Digitized by Google

Arbeiten, besonders von F. D. Fielder[13]), gegeben worden —, stimmen grundsätzlich mit den eben erwähnten Arbeiten der Westinghouse Co. überein, d. h. sie bestätigen, daß für Stabelektroden bei der kurzen Stoßwelle die negative Stoßüberschlagspannung etwa 6 % höher liegt als die positive, während bei der längeren Stoßwelle der Unterschied im allgemeinen 15 % beträgt. Bei kleineren Schlagweiten geht er bis zu 30 %. Für Hängeisolatoren gilt bei der kurzen Welle etwa das gleiche, während bei der langen Welle kaum ein Unterschied zwischen beiden Polaritäten zu bestehen scheint.

Zusammengefaßt eröffnen die vorbeschriebenen Arbeiten auf Grund ihrer guten Übereinstimmung die Möglichkeit einfacher und genauer Spannungsbestimmung für die verschiedensten Anordnungen, für die bisher nur sehr mangelhafte oder unrichtige Eich- und Vergleichskurven vorlagen. W. Weicker.

[13]) Electr. J. 29 (1932) S. 348 u. 459.

Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoffdurchstrahlung.

Von Dipl.-Ing. A. Herr, Berlin.

Übersicht. Die Gründe für die Übernahme sehr harter Röntgenstrahlen in die Werkstoffprüfung sowie ihre technischen Anwendungsmöglichkeiten auf diesem Gebiet werden untersucht und an Beispielen erörtert. Die erforderlichen Vorrichtungen und Geräte sowie die Sicherheitsmaßnahmen werden besprochen.

Auf dem Gebiete der Werkstoffprüfung, in Sonderheit bei der Grobstrukturuntersuchung der Schwermetalle, wird die harte Strahlung aus Röntgenröhren mit Wolframanoden bevorzugt. Bisher begnügte man sich in den technischen Röntgenbetrieben mit Röhrenspannungen bis 200 kV, da die entsprechenden Strahlenhärten für die Durchdringung der Werkstoffdicken gerade noch ausreichten, die in den Werkstätten zur Prüfung anfielen. Erst als das Röntgendurchstrahlungsverfahren in die Bautechnik übernommen wurde und damit Untersuchungen außerhalb der Werkstätten an Brücken und Ingenieurhochbauten hinzukamen, die an Ort und Stelle durchzuführen waren und an die Leistung der Röntgenröhren erhöhte Anforderungen stellten, wurden bei diesen Prüfungen Versuche mit härteren Strahlen als bisher üblich angestellt. Die Meinungen der interessierten Kreise über die Zweckmäßigkeit solcher Bestrebungen waren anfänglich sehr geteilt. Erst die beim Prüfen von Reichsbahnbrücken von W. Rosteck erstmalig mit Erfolg durchgeführten Arbeiten mit Röhrenspannungen über 200 kV[1]) regten zu weiteren Versuchen an und führten schließlich zur endgültigen Einführung außergewöhnlich harter Röntgenstrahlen in die Werkstoffprüfung[2]).

In Deutschland waren bis zu dieser Zeit bereits in der Medizin Versuche mit sehr harten Strahlen bei Röhrenspannungen von etwa 600 kV durchgeführt worden, die den Beweis erbrachten, daß einer Verwendbarkeit dieser Strahlen in der Werkstoffprüfung Schwierigkeiten nicht im Wege standen[3]). Die praktischen Ergebnisse der Arbeiten mit sehr harten Röntgenstrahlen in der Bautechnik veranlaßten die laboratoriumsmäßige Nachprüfung und die Klärung der grundlegenden Begriffe[4]) [5]). Um die Einwände zu berücksichtigen, die bezüglich etwaiger Strahlengefahren für die bei solchen Arbeiten beschäftigten Personen geltend gemacht wurden, sind umfangreiche und günstig ausgefallene Untersuchungen über den Strahlenschutz bei Arbeiten mit harten Röntgenstrahlen angestellt worden, so daß auch in dieser Hinsicht alles getan worden ist, um die Betriebsicherheit zu gewährleisten[6]).

Die Ergebnisse aller diesbezüglichen Prüfarbeiten haben eindeutig die Möglichkeit für eine Verwendung sehr harter Röntgenstrahlen in der Werkstoffprüfung bewiesen. Es kann auch festgestellt werden, daß inzwischen die Meinungen bisher ablehnender Kreise zugunsten dieser für die Durchstrahlungstechnik so außerordentlich wichtigen Weiterentwicklung der Grobstrukturuntersuchung umgeschlagen sind. Somit fand diese Prüfart Eingang in die Praxis. Wenn in den V. S. Amerika schon vor einiger Zeit mit sehr harten Röntgenstrahlen unter Einsatz andernorts unerschwinglicher Geldmittel gearbeitet worden ist, so handelt es sich lediglich um Experimente aus Prestigegründen (ein großer Teil der Röhren arbeitet an der Vakuumpumpe). Bei voller Anerkennung solcher Arbeiten ist aber doch zu bedenken, daß ein praktischer Wert solchen laboratoriumsmäßig durchgeführten Versuchen abzusprechen ist, solange sie nicht zum Nutzen der Technik voll ausgewertet worden sind. In Deutschland dagegen ist es bereits gelungen, sehr harte Röntgenstrahlen in die Durchstrahlungstechnik einzuführen und einen solchen Betrieb nicht nur in den Werkstätten, sondern sogar außerhalb gedeckter Räume bei der Prüfung von Brücken und Ingenieurhochbauten an Ort und Stelle völlig hochspannungs- und strahlungssicher zu gestalten. Über die Entwicklung dieses Prüfverfahrens und seiner Auswertung soll im folgenden berichtet werden.

Technische Anwendungsgebiete.

Zur Zeit ist die Bezeichnung „sehr harte Röntgenstrahlen" noch nicht eindeutig definiert, da man seit noch nicht langer Zeit bei dem technischen Prüfen derartige Strahlen anwendet. Allgemein versteht man unter einer sehr harten Strahlung im technischen Röntgenbetrieb denjenigen Bereich, in den Strahlen von einer bisher in technischen Betrieben nicht angewendeten Härte fallen. Es sind dies also Strahlen, die mit Röhrenspannungen über 200 kV Scheitelwert erzeugt werden. Alle bisher für die Betriebspraxis aufgestellten Messungen, insbesondere die Aufstellung von Belichtungstafeln usw., sind nur mit Röhrenspannungen bis 200 kV angestellt worden. Der Grund für eine solche Beschränkung lag wohl in erster Linie in den damals schon unbegründeten Bedenken, daß die Fehlererkennbarkeit so stark verringert würde, daß der Erfolg eines solchen Verfahrens völlig in Frage gestellt sei. Bei der Durchstrahlung von Brückenteilen zeigte es sich aber sehr bald, daß mit Röhrenspannungen bis 200 kV die anfallenden Stahldicken nicht mehr in tragbaren Zeiträumen zu bewältigen waren. Die beispielsweise im Reichsbahnbetriebe an Ort und Stelle verfügbaren Zeiten für die Belichtung der Röntgenaufnahmen waren auf stark befahrenen Strecken in den Zugpausen so kurz, daß man gezwungen war, die Aufnahme zu unterbrechen und in der nächsten Zugpause fortzusetzen, ein Zustand, der auf die Dauer nicht haltbar war. Um hier Abhilfe zu schaffen, wurden die Röhrenspannungen gesteigert, d. h. leistungsfähigere Hochspannungserzeuger und Röntgenröhren für höhere Spannungen, über die im nächsten Abschnitt eingehend berichtet wird, bei diesen Prüfungen eingesetzt.

Die Vorteile einer bis 500 kV gesteigerten Röhrenspannung zeigten sich in verschiedenen Richtungen sehr bald. Zunächst konnte die Durchstrahlbarkeitsgrenze von bisher 80 mm Stahl (bei 200 kV) beispielsweise auf 120 mm Stahl (bei 300 kV) erweitert werden. Geht man zu noch höheren Spannungen über, wie es bei dem derzeitigen Stand der Röhrentechnik möglich ist, so werden sich natürlich noch wesentlich größere Werkstoffdicken durchstrahlen lassen. Eine belangvolle Abnahme der Fehlererkennbarkeit war hierbei nicht zu beobachten. Welchen Einfluß ein Steigern der Röhrenspannung auf die Dauer der Belichtungszeiten auszuüben vermag, zeigt folgendes willkürlich herausgegriffene Beispiel aus der Praxis. Ein Stahlrahmen von 100 mm Dicke ist mit einer Röhrenspannung von 200 kV praktisch nicht mehr durchstrahlbar. Wird die Röhrenspannung unter den gleichen Aufnahmebedingungen auf 240 kV gesteigert, so ist bereits eine Durchstrahlung mit einer guten Bildgabe in 40 min möglich. Die gleiche Bildwirkung bei den gleichen Aufnahmebedingungen wird schon in 10 min erreicht, wenn die Röhrenspannung auf 270 kV gesteigert wird, ohne daß die Fehlererkennbarkeit eine merkliche Einbuße erleidet.

[1]) W. Rosteck, Glasers Ann. Bd. 113 (1933) S. 74 u. 89.
[2]) W. Rosteck, Die Weiterentwicklung des Röntgendurchstrahlungsverfahrens bis zu den gegenwärtigen Großdurchstrahlungsaufnahmen bei den Brückenuntersuchungen der Deutschen Reichsbahn. Glasers Ann. Bd. 115 (1934) S. 73.
[3]) W. Traub u. H. W. Wolf, Fortschr. Röntgenstr. Bd. 48 (1933).
[4]) A. Herr, Mitt. staatl. techn. Versuchsamt, Wien, Bd. 21, S. 47.
[5]) M. Widemann, Ergebnisse der techn. Röntgenkunde Bd. 3, Leipzig 1932.
[6]) H. Herrmann u. R. Jaeger, Strahlentherapie Bd. 41 (1931), Bd. 45 (1932).

Digitized by Google

Bedeutet mithin das Arbeiten mit sehr harten Röntgenstrahlen bereits einen wirtschaftlichen Nutzen durch Abkürzen der Belichtungszeiten, so lassen sich außerdem gegenüber der bildverschlechternden Streustrahlung die bildgebenden Nutzstrahlen durch Verwendung von Schwermetallfiltern[7]) dabei mengenmäßig so wesentlich zur Wirkung bringen, daß die mit sehr harten Strahlen aufgenommenen Röntgenbilder kontrastreicher werden. Wenn auch das Verhältnis zwischen Nutzstrahlung und Streustrahlung bei Arbeiten mit sehr harten Röntgenstrahlen zur Zeit noch nicht eindeutig bestimmt ist, so läßt sich immerhin aus praktischen Beispielen auf einen Vorgang zugunsten der bildgebenden Wirkung sehr harter Strahlen beim Durchgang durch große Werkstoffdicken mit Sicherheit schließen, ohne daß die Fehlererkennbarkeit in diesem Strahlenbereich herabgesetzt wird. Neben diesen günstigen Ergebnissen beim Prüfen von Schwermetallkörpern zeigte sich auch beim Durchstrahlen stark streuender nichtmetallischer Massen die sehr harte Röntgenstrahlung gegenüber den Strahlen der bisher üblichen Härte überlegen. So wurden u. a. dahingehende Beobachtungen in der Bautechnik beim Durchstrahlen von Eisenbetonkörpern gemacht. Betondicken von mehr als 40 cm ließen sich mit Strahlen der bisher üblichen Werte nicht mit genügendem Kontrast zwischen Betonmasse und Eiseneinlagen im Röntgenbild röntgenographisch aufnehmen. Eine Steigerung der Röhrenspannung bis etwa 350 kV erbrachte selbst unter Anwendung von Primärstrahlblenden und Schwermetallfiltern noch nicht die gewünschten Ergebnisse. Wurde aber die Röhrenspannung über 350 kV hinaus gesteigert, so trat unter den gleichen Aufnahmebedingungen wie vorher in dem Spannungsbereich von 400 kV die Kontrastbildung im Röntgenschattenbild zwischen Betonmasse und Eiseneinlagen wieder in befriedigendem Maße ein.

Schließlich hat die Verwendung sehr harter Röntgenstrahlen der Durchstrahlungstechnik neue Wege gewiesen, die bereits im technischen Großbetriebe mit Erfolg beschritten worden sind. Sie haben zunächst zur Einführung der Röntgen-Großbildaufnahme in der Bautechnik geführt, die einen bedeutsamen Fortschritt auch in der Wirtschaftlichkeit der technischen Röntgendurchstrahlung darstellt. Auch diese Erfolge stützen sich auf die Verwendung hochleistungsfähiger Hochspannungserzeuger und hochbelastbarer Röntgenröhren. Unter Großbildaufnahmen sind hier Röntgenschattenbilder auf Film- oder Papieremulsionen zu verstehen, die in ihrem Ausmaß über die Abmessungen der bisher gebräuchlichen größten Röntgenfilm-Einheiten hinausgehen, also durch ein Aneinanderreihen solcher Aufnahmeeinheiten erzielt werden müssen. Daneben werden auch Großbildwirkungen dadurch erreicht, daß man z. B. an einem Bauwerk in größeren Abständen voneinander Filme anbringt und durch solche verteilte Aufnahmen eine Röntgen-Übersichtsaufnahme zu gewinnen sucht. Das Auszeichnen solch großer Bilder, die beispielsweise bei der Schweißnahtprüfung Längenaufnahmen bis zu 10 m in einem Aufnahmegang umfassen, bedingt eine entsprechende Vergrößerung des Abstandes der Röntgenröhre von dem Prüfkörper, wobei der Verlust an Strahlenintensität in Luft nach dem quadratischen Entfernungsgesetz wächst und bei Verunreinigung der Luft durch Niederschläge, Qualm oder Staubbildung noch weiter zunimmt. Der Ausgleich dieses Verlustes an Strahlenintensität gelingt bei vorhandener Spannungsreserve im Hochspannungskreis durch das Steigern der Strahlenhärte, wobei die Bildwirkung der Nutzstrahlung durch die Luftabsorption der weichen Streustrahlen bei Vergrößerung des Röhren-Objekt-Abstandes eine Klärung erfährt. Die Entwicklung des Großbildverfahrens mit Hilfe sehr harter Röntgenstrahlen im fortschrittlichen Sinne wird am besten durch ein willkürlich herausgegriffenes Beispiel aus der Praxis verdeutlicht. Die Gesamtaufnahme einer etwa 20 mm dicken Schweißnaht von 5 m Länge erforderte mit einer Strahlung der bisher üblichen Härte 10 Einzelaufnahmen (Kleinbildaufnahmen) mit einer Röhrenspannung von 120 kV in $10 \cdot 400$ mA · s bei einem Röhrenabstand von 50 cm. Für die gleiche Aufnahme nach dem Großbildverfahren, d. h. für die Röntgenaufnahme dieser 5 m langen Schweißnaht in einem Aufnahmegang, müßte der Röhrenabstand von 50 cm auf mindestens 5 m vergrößert werden, wodurch selbst bei Steigerung der Röhrenspannung in dem bisher üblichen Spannungsbereich technisch und wirtschaftlich untragbare Belichtungszeiten für eine solche Großaufnahme erforderlich würden. Wird jedoch eine sehr harte Strahlung bei einer Röhrenspannung von etwa 400 kV unter den sonst gleichen Aufnahmebedingungen angewendet, dann kann diese Großaufnahme in der gleichen Belichtungszeit von 10 min an Stelle der im niedrigen Spannungsbereich erforderlichen 5 Stück Kleinbildaufnahmen durchgeführt werden. Sehr oft müssen verwickelte Bauwerks- oder Apparateteile einer Durchstrahlung unterzogen werden, bei denen das Heranbringen der Röntgenröhre bauliche Schwierigkeiten macht. Hierbei werden dann gezielte Aufnahmen aus größeren Entfernungen angesetzt und mit einer sehr harten Strahlung die Belichtungszeit auf tragbare Werte abgekürzt. Die Anwendung der sehr harten Röntgenstrahlung hat somit in einer großen Zahl von Fällen ihren technischen und wirtschaftlichen Wert unter Beweis zu stellen vermocht.

Versuche, die sehr harte Röntgenstrahlung im technischen Großbetrieb durch Gammastrahlen aus radioaktiven Stoffen zu ersetzen, sind zugunsten der sehr harten Röntgenstrahlung ausgefallen, da eine Gammadurchstrahlung in den angeführten Prüffällen untragbare Belichtungszeiten erfordert und in ihrer Handhabung und Wartung besondere Maßnahmen nötig macht, die sich bei der Vielgestaltigkeit des Prüfens an Ort und Stelle nicht durchführen ließen.

Die Prüfgeräte.

Für die Durchführung der Arbeiten mit sehr harten Röntgenstrahlen sind von der apparate- und röhrenerzeugenden Industrie hochleistungsfähige Röntgenanlagen und Röntgenröhren für hohe Spannungen gebaut und in Zusammenarbeit mit den Verbrauchern auf einen Stand technischer Vollkommenheit entwickelt worden. Die Hochspannungserzeuger werden bereits für Leistungen bis 300 kV Gleichspannung, 20 mA, berührungssicher gekapselt gebaut. In der Abb. 1 ist eine solche Anlage dargestellt, die nach dem bewährten Baukastenprinzip[8]) in einzelne leicht bewegliche und tragbare Teile zerlegbar ist. Die Größenmaße der einzelnen Teile sind so gewählt, daß das Hindurchbringen durch die Schottentüren auf Schiffen usw. möglich ist. Am Betriebsort werden die Teile durch einige wenige Handgriffe zusammengekuppelt und durch hochspannungssichere Kabel mit der Röntgenröhre am Prüfort verbunden. Der Betriebsbereich ist somit nicht durch eine bestimmte Kabellänge begrenzt, sondern kann durch Zwischenschalten von Kabelstücken beliebig erweitert werden. Dies hat sich im technischen Großbetrieb, insbesondere bei verwickelten Prüfungen an festeingebauten Bau- oder Apparateteilen, Kesseln u. dgl., besonders günstig ausgewirkt, da ein Verlegen entsprechend langer Verbindungskabel zwischen Hochspannungserzeuger und Röntgenröhre das Heranbringen letzterer an den Prüfort erleichtert und in vielen Fällen einen Ausbau oder ein Freilegen der Prüflinge erübrigt. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit ist die Anlage mit einer Sicherheits-Relaisschaltung ausgerüstet, die ein sofortiges Abschalten der gesamten Anlage vom Netz bewirkt, falls beispielsweise infolge unsachgemäßer Behandlung an einem Kabel ein Schaden entsteht, der den Übertritt der Hochspannung nach außen zur Folge haben könnte. Gleichzeitig dient dieses Schaltrelais zur Sicherung der Röhrenkühlung, indem es ebenfalls die Anlage außer Betrieb setzt, falls bei dem Kühlvorgang eine Störung auftritt, die durch eine

Abb. 1. Durchstrahlung einer geschweißten Rundnaht.

[7]) z. B. Folien aus Kupfer oder Zinn; vgl. R. Berthold, Arch. Eisenhüttenwes. Bd. 1 (1934/35) S. 21.

[8]) F. Kästner, Meßtechn. Bd. 8 (1934) S. 141.

Digitized by Google

etwaige Überlastung die Röntgenröhre schädigen könnte. Der Hochspannungsschutz ist also in jedem Falle gewährleistet. Diese Anlage kann auch auf jedem beliebigen Fahrzeug fortbewegt werden, dessen Laderaum demjenigen eines Elektrokarrens für Werkstättenbetriebe entspricht.

Für Spannungen über 300 kV sind besondere Hochspannungserzeuger entwickelt worden, die ebenfalls in Einzelteile zerlegt und so leicht in die Betriebstellung gebracht werden können. Zur Zeit bevorzugt man im technischen Großbetrieb den Einbau dieser Hochleistungsanlagen in gedeckte Schienenfahrzeuge, Lastkraftwagen u. dgl. Während des Betriebes wird die Hochspannung von diesen Anlagen aus über isoliert aufgehängte Leitungen der Röntgenröhre am Betriebsort zugeführt. Die Abb. 2 zeigt einen solchen Hochspannungserzeuger für 500 kV Gleichspannung, 20 mA in seinem Einbau in einen Durchgangswagen der Reichsbahn. Den Außenaufbau der Anlage für eine Brückendurchstrahlung zeigt die Abb. 3. Bei dem isolierten Betrieb dieser Anlagen mit sehr hohen Spannungen wird der Hochspannungsschutz durch eine elektrische Blockierung des Hochspannungsraumes und eine völlige Absperrung des gesamten Prüffeldes durch ein geerdetes Drahtseil o. dgl. erreicht.

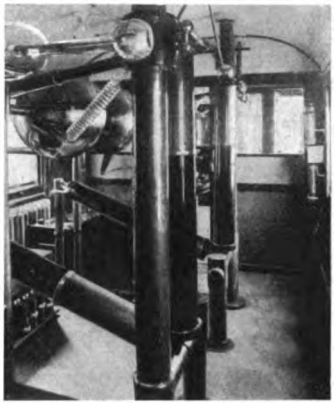


Abb. 2. Hochspannungserzeuger für 500 kV, 20 mA, eingebaut in einen Meßwagen der Deutschen Reichsbahn.

Für die Durchstrahlungen mit sehr harten Röntgenstrahlen sind zunächst Hochspannungs-Röntgenröhren für Tiefentherapie verwendet worden. Aus den gesammelten

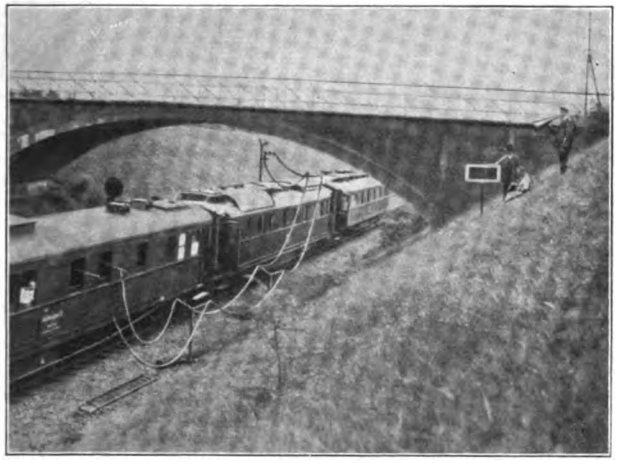
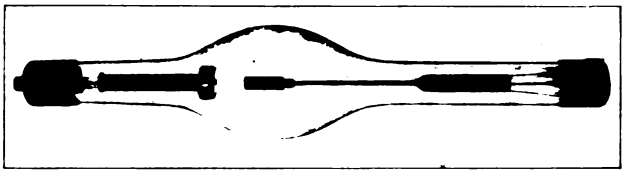


Abb. 3. Großaufnahme an einer Eisenbetonbrücke. Die Röhre steht auf dem Dach eines Meßwagens und strahlt gegen das Brückengewölbe. Rechts der Befehlsstand, von dem aus die Anlage ferngesteuert wird. Das Prüffeld ist abgesperrt.

Erfahrungen heraus konnten dann die jetzt im technischen Großbetrieb eingeführten Röntgenröhren für hohe Spannungen entwickelt werden, die bereits Belastungen bis 600 kV, 1 bis 2 mA im Dauerbetrieb aushalten[9]). In der Abb. 4 ist eine derartige Röhre dargestellt. Für die Arbeiten an Ort und Stelle im Freien, auf den Brücken usw., hat man diese Röhrenart ohne Strahlenschutz gewählt, da durch die weite Absperrung des Prüffeldes in einem entsprechenden Umkreis der Strahlenschutz durch Luftabsorption erreicht wird. Er wird ständig bei solchen Untersuchungen durch ionometrische und photometrische Messungen überwacht. Im Werkstättenbetrieb werden Röntgenröhren dieser Bauart mit eingebautem Strahlenschutz verwendet (Abb. 5). Während bei den ungeschützten Röhren die Anode aus einem glatten Wolframklotz *d* besteht, ist bei den geschützten Röhren der Anodenklotz von einer Wolframhaube *h* umgeben. Durch diese Maßnahme verlassen die Röntgenstrahlen die Anode nur



Maximale Spannung in kV	Länge in mm	Kolben-Dmr. in mm
300	890	150
400	1070	200
500	1270	250
600	1420	300

Abb. 4. Röntgenröhre mit eingebautem Strahlenschutz und Strahlungskühlung (nach W. Traub und H. W. Wolff).

in einer Richtung (Abb. 5). Durch die Einfallöffnung *B* treffen die Elektronen die Anode im Inneren der Wolframhaube. Die ausgelösten Röntgenstrahlen verlassen die Haube *h* durch das Fenster *o*, das mit einem 0,05 mm dicken Wolframblech verschlossen ist, um die erzeugten Sekundärelektronen zurückzuhalten. Die Kathode dieser

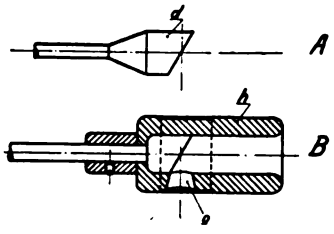


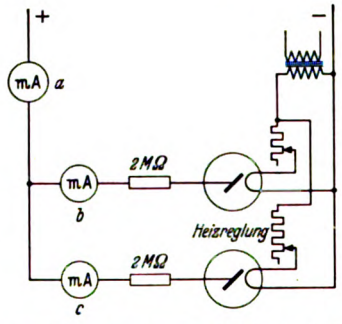
Abb. 5. Röntgenanode ohne (*A*) und mit Strahlenschutz (*B*) (nach W. Traub und H. W. Wolff).

Röhrenart ist an ihrer Stirnseite mit einer starken Wolframplatte versehen. Ihr Durchmesser ist so groß gewählt, daß alle Röntgenstrahlen, die aus der Elektroneneintrittsöffnung *B* die Anodenhaube *h* verlassen, abgeschirmt werden. Der im Innern der Röhren vorhandene Strahlenschutz entspricht in den ungünstigen Richtungen einem Schutzwert von etwa 8 mm Blei. Wie erwähnt, handelt es sich um abgeschmolzene Elektronenröhren gegenüber den in den V.S.Amerika bei Versuchen mit sehr harten Röntgenstrahlen angewendeten offenen Röhren, die dauernd an der Vakuumpumpe betrieben werden müssen. Im technischen Betriebe haben sich in der Praxis für Arbeiten mit sehr harten Strahlen Röhrentypen für 300 kV/4 mA, 400 kV/3 mA, 500 kV/2 mA und 600 kV/1 mA herausgebildet. Diese Stromstärken sind für die geforderten Durchstrahlungsleistungen ausreichend, da die Dosisleistung bei steigender Spannung rasch zunimmt. Vergleicht man die Dosisleistung einer 500 kV-Röhre mit der Dosisleistung einer 200 kV-Röhre, so entsprechen 500 kV/2 mA 200 kV/12 mA bei ungefilterter Strahlung. Bei den Arbeiten mit diesen geschützten Röhren genügt zum Schutze des Personals gegen Sekundärstrahlen auch in geschlossenen Räumen schon der Luftabstand, der zum allgemeinen Betriebschutz der Anlage und Röhre eingehalten zu werden pflegt. Ein zusätzlicher Schutz hinter einer Blei- oder Barytwand kann die Strahlensicherheit in manchen Fällen, z. B. bei beschränkten Räumlichkeiten, noch weiter erhöhen, ohne daß dies unbedingt erforderlich wäre. In solchen Fällen vergewissert man sich am besten durch Schutzmessungen. Im übrigen sind die Röntgenanlagen mit selbsttätigen Ausschaltvorrichtungen versehen, so daß das Bedienungspersonal den Prüfort bis zur selbsttätigen Abschaltung der Anlage nach beendeter Aufnahme verlassen kann. Strahlenschutzmessungen in Werkshallen haben zudem ergeben, daß entgegen der Erwartung die zusätzliche Sekundärstrahlung von Metallmassen in der Nähe des Prüffeldes nicht zunimmt.

[9]) Siehe Fußnote 3.

Digitized by Google

Die schnelle Aufnahme dieser Röhrenart in den technischen Großbetrieb war die Folge ihrer eigenartigen Bauart und Betriebsweise. Da ihre Kühlung durch Strahlung erfolgt, fallen alle Kühlvorrichtungen fort, die als Pumpen mit ihren Stromkabeln und Schlauchleitungen, ihrem Raumbedarf und ihrem Transport den ohnehin nicht gerade leichten Betrieb auf Gerüsten, im Gewirr der Stahlbauten usw. erschweren. Daher gestaltet sich das Arbeiten mit diesen strahlengekühlten Röhren recht einfach. Können aus diesem Grunde Aufbau und Betrieb erleichtert und vereinfacht werden, so bieten auch Gewicht und Abmessungen gegenüber den Vollschutzröhren, sofern solche überhaupt für so hohe Belastungen gebaut werden, ausschlaggebende Vorteile, wenn man bedenkt, daß die Röhren mitunter in sehr beträchtliche Höhen über Leitern und Laufstege von Hand befördert werden müssen. Hinzu kommt, daß dieser Transport und der anschließende Aufbau sowie der Aufbau der Röhren am Prüfort programmäßig auf Minuten berechnet vor sich zu gehen hat. Hierbei ist jeder Hangriff exerziermäßig geübt und vorher genau bestimmt. Bemerkenswerterweise sind bisher Ausfälle von Röhren durch Bruch bei diesen schwierigen Arbeiten nicht zu verzeichnen gewesen. Ein solcher bis ins kleinste durchdachter Betrieb stellte sinngemäß an die Röhren besonders hohe Anforderungen bezüglich Betriebsbereitschaft bei jeder Witterung und an jedem Aufstellungsort, bei starken Temperaturschwankungen (scharfem Frost usw.) und Luftverunreinigungen. Da diese Röhren keiner besonderen Wartung bedürfen, konnten auch diese Bedingungen restlos erfüllt werden. Diese Widerstandsfähigkeit zusammen mit einem im Verhältnis zur Lebensdauer niedrigen Anschaffungspreis hat wesentlich zur Förderung der Arbeiten mit sehr harten Röntgenstrahlen beigetragen. Auch bei Sprühregen und Schneefällen ließ sich der Röntgenbetrieb aufrechterhalten, ohne daß Hochspannungsüberschläge über die Kolbenoberfläche beobachtet wurden, wenn die Anode auf eine genügende Temperatur gebracht worden war. Dies wurde erreicht, indem der Betrieb zunächst unter einem Schutz durch übergehängte Gummitücher aufgenommen wurde, bis alle Röhrenteile warm geworden waren, worauf nach Entfernen der Schutztücher der freie Betrieb erfolgte. Bemerkenswert ist ferner das Verhalten in verqualmten und mit Staub erfüllten Räumen, wie z. B. unter Überbauten, in Werkhallen u. dgl. Im Gegensatz zu Röhren mit geerdetem Mittelteil verhielten sich diese isoliert gehalterten Röhren im Betriebe völlig ruhig und frei von Entladungen über die Glaswände, obgleich sich auf den Kolben eine dichte Haut von Kohlenstaub, Ascheresten und sogar Eisenrost unter der Einwirkung des elektrischen Feldes niedergeschlagen hatte.



$a = b + c$; $b = c$; Ausgleich der Heizungen bei niedriger Spannung

Abb. 6. Schaltbild für Zwei-Röhren-Betrieb.

Infolge der störungsfreien Gangart gelang selbst unter den schwierigsten Verhältnissen der gleichzeitige Betrieb mehrerer solcher Röhren. Beim Prüfen von Bauwerken an Ort und Stelle ist der Zweiröhrenbetrieb erstmalig von W. Rosteck mit Erfolg durchgeführt und jetzt von der Reichsbahn endgültig bei der Durchstrahlung von Brücken und Ingenieurhochbauten in die Prüfverfahren aufgenommen worden. Die Röhren werden, parallel geschaltet, in gewöhnlicher Weise angeschlossen. Hierauf werden die Röhrenheizungen mit Hilfe von Regelwiderständen im Heizstromkreis bei Leerlauf sowie bei niedriger Röhrenspannung eingestellt und aufeinander abgestimmt. Dann wird die Durchstrahlung an den verschiedenen Prüforten in der sonst bei dem Einröhrenbetrieb üblichen Weise durchgeführt. In Abb. 6 ist die Schaltweise des Zweiröhrenbetriebes zeichnerisch dargestellt. Diese Betriebsart verdient hier erwähnt zu werden, weil die Verwendbarkeit sehr hoher Spannungen bei der Werkstoff-Durchstrahlung hierzu die Anregung geboten hat und die Bauart und verläßliche Betriebsweise der beschriebenen Röhren einen solchen Betrieb sicher zu gestalten vermochten.

Elektrisch angetriebene Papiermaschinen.

Für Schweden wurde von J. M. Voith, Heidenheim, eine Papiermaschine geliefert, die bis zu 120 000 kg Druckpapier in 24 h herstellt. Die reine Maschinenlänge beträgt 72 m, die Arbeitsbreite rd. 6 m. Der Papierstoff fließt in etwa 200facher Verdünnung auf ein endloses Langsieb, wird hier entwässert und als bereits zusammenhängendes Blatt auf Filzen waagerecht durch Preßwalzen geführt und ausgepreßt. Die Entwässerung wird hierbei auf dem Sieb und im Pressenteil durch Absaugung des Wassers beschleunigt, um bei der hohen Arbeitsgeschwindigkeit, die in diesem Falle über 300 m/min beträgt, mit dem erwünschten hohen Trockengehalt an die Trockenzylinder zu gelangen. An diese dampfgeheizten umlaufenden Zylinder wird das Papierblatt mit Filzen angepreßt und fertig getrocknet, hierauf beim Durchlaufen zwischen schweren, geschliffenen Walzen geglättet, dann aufgerollt und in der Rollenschneidmaschine in Längsbahnen geteilt und zu Rollen für die Rotationsdruckmaschinen aufgewickelt. Das Sieb, die Naßpressen, die Trockenzylindergruppen, das Trockenglättwerk und der Rollapparat werden durch mit Gleichstrom gespeiste Einzelmotoren angetrieben. Der Gleichlauf wird bei diesem Mehrmotorenantrieb von einem Leitmotor aus mit einer Leitwelle und Differentialen gesichert. Die Differentiale werden von den Einzelmotoren und von der Leitwelle angetrieben und verstellen bei Gleichlaufstörungen den Feldregler des Einzelmotors.

Abb. 1. Antrieb der Pressen und Trockenteil einer Sonderpapiermaschine.

Die Abb. 1 zeigt den von Brown, Boveri & Cie., Mannheim, gelieferten Mehrmotorenantrieb einer von J. M. Voith, Heidenheim, in Spanien aufgestellten Zweilangsiebmaschine zur Herstellung von Kabelpapier. Die beschnittene Papierbreite beträgt 2800 mm. Die Einzelmotoren haben eine elektrische Gleichlaufsicherung. Der gesamte Geschwindigkeitsbereich wird durch Umschaltgetriebe unterteilt, so daß eine Ersparnis an der Größe der Motoren und günstige Voraussetzungen für die Gleichlaufsicherung erreicht werden.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Aus der Praxis amerikanischer Leitungsschutztechnik. — Hunt und Kroneberg berichten über Erfahrungen in der Schutztechnik, die im Betriebe der Southern California Edison Co. Ltd. gemacht wurden. Es wird der Einfluß des Übergangswiderstandes bei Erdschlüssen auf Anrege- und Meßorgane von widerstandsabhängigem Schutz erörtert. Die Schwierigkeit der Unterscheidung der Außertrittfall-Erscheinungen von dreipoligen Kurzschlüssen wird auseinandergesetzt und ein einfacher Streckenschutz beschrieben, den die Southern California Edison Co. verwendet. Endlich wird der Einfluß von Pendelerscheinungen auf die Relais gestreift und eine einfache Einrichtung zum Auftrennen von Pendelungen dargestellt.

Interessant an dem Artikel ist, zu sehen, wie groß für einen widerstandsabhängigen Schutz gerade beim starr geerdeten Netz der Einfluß des Übergangswiderstandes zum Erdboden bei einpoligen Erdschlüssen ist. Dieselbe Schwierigkeit, die bei Netzen mit isoliertem Sternpunkt bei Doppelerdschlüssen für die exakte Distanzmessung und Abschaltung auftritt, gilt in erhöhtem Maße für die starr geerdeten Netze, weil bekanntlich einpolige Kurzschlüsse vor allem in Hochspannungsanlagen der bei weitem häufigste Fehlerfall ist. Versuche, die die Verfasser in dieser Richtung unternahmen, zeigen, wie stark durch den Übergangswiderstand zur Erde das sichere Ansprechen der Anregerelais und die exakte Messung gefährdet sind.

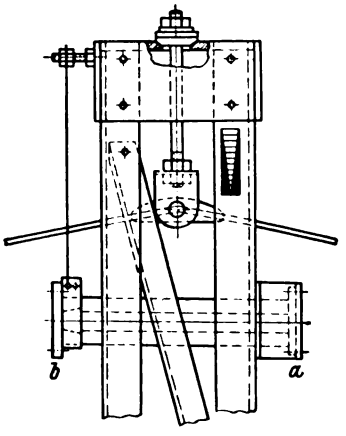
Die Verfasser, beide Betriebsleute, kommen genau wie die europäischen Schutztechniker zu dem Ergebnis, daß in Höchstspannungsleitungen ein wirklich zuverlässiges und schnelles Abschalten von Fehlern nur mit Hilfe eines Vergleichschutzes möglich ist. Sie sind der Meinung, daß der Schutz durch formgetreuen Stromvergleich über irgendwelche Hilfskanäle verwickelt ist, und halten den Richtungsvergleich für das einfachste und zuverlässigste Mittel. Im Netz der Southern California Edison Co. wird die Verbindung über einen Hochfrequenzkanal vorgenommen. Die Verfasser stellen einige Forderungen auf, die man an ein ideales Schutzsystem stellen müsse und die hier erwähnt seien: 1. Es muß alle Arten von Fehlern auf der zu schützenden Strecke abschalten. 2. Es darf beim Außertrittfallen des Systems nicht auslösen. 3. Es darf nicht auf außenliegende Fehler ansprechen. 4. Auch bei Unterbrechung der Hilfskanäle muß Auslösung möglich sein. 5. Das Nacheinanderarbeiten von Relais muß vermieden werden. Die Verfasser stellen fest, daß man die ersten beiden Forderungen nicht gleichzeitig erfüllen könne und es daher notwendig sei, der Forderung 1 auf Kosten von Punkt 2 zu entsprechen oder umgekehrt.

In der deutschen Schutztechnik wird schon seit einigen Jahren der Richtungsvergleich über Hilfskanäle benutzt. Dabei werden allerdings etwas andere Wege gegangen. Es ist interessant, festzustellen, daß die in Deutschland entwickelten Schutzeinrichtungen[1]) im Gegensatz zu der amerikanischen Ansicht den beiden ersten Forderungen gleichzeitig genügen, d. h. also alle Arten von Fehlern auf der zu schützenden Strecke abschalten und dennoch beim Außertrittfallen des Systems nicht auslösen. Trotzdem ermöglichen sie die Auftrennung an bestimmten Netzstellen, wenn die Pendelungen ein unerfreuliches Maß angenommen. haben. (Lloyd F. Hunt und A. A. Kroneberg, Electr. Engng. Bd. 53, S. 530.) *Cls.*

Unsymmetrie von Vielphasennetzen. — G. Rasch knüpft in seiner Arbeit an einen Aufsatz von Zorn[2]) über Unsymmetrie in Dreiphasennetzen an, geht aber darüber noch hinaus und weist nach, daß man die von Zorn u. A. gefundenen Gesetze auch auf Systeme mit beliebig großer Phasenzahl ausdehnen kann. (G. Rasch, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 12, S. 810.)

Resonanz zwischen Mast- und Leitseilschwingungen und die Dämpfung dieser Schwingungen mit Resonanzdämpfern. — Auf der Hochspannungskonferenz in Paris im Jahre 1933 wurde auch über Beobachtungen an Hochspannungsleitungen berichtet[3]). Die durch Wirbelauslösung im Windschatten (Karmanwirbel) erregten senkrechten Schwingungsausschläge an Freileitungsseilen[1]) werden nach diesem Bericht besonders groß, wenn auch die Masten zu Schwingungen erregt werden. Diese Schwingungsausschläge verursachen bekanntlich häufig den Bruch der Leitungseile in der Nähe der Einspannung am Isolator.

Im Wöhler-Institut der T. H. Braunschweig sind nun Versuche durchgeführt worden, und zwar wurden Freileitungsseile mit ihrer Eigenschwingungszahl zu Schwingungen erregt. Die Eigenschwingungszahl des Seiles wurde durch seine Vorspannung geändert, wie es an Freileitungen bei Temperaturänderung geschieht. War die Seilschwingungszahl gleich der halben Eigenschwingungszahl des Mastes, auf dem das Seil verlegt war, so machte der Mast Schwingungsausschläge in der Seilmastebene. Das Seil war an einem Hängisolator am Mast aufgehängt, und die Schwingungsenergie wurde durch die Aufhängung auf den Mast übertragen. Infolge dieser Mastbewegungen schaukelte sich das Seil zu noch größeren Schwingungsausschlägen auf als bei nicht schwingendem Mast. Diese zusätzliche Seilaufschaukelung hängt ab von der Größe des Mastausschlages. Der Zusammenhang von Mastausschlag und zusätzlicher Seilaufschaukelung ist aus den Versuchen und auch rechnerisch ermittelt. Die Mastausschläge wurden dann bei verlegten Leitungseilen mit dem von O. Föppl entwickelten Gummiresonanzdämpfer gedämpft; damit wurden auch die zusätzlich großen, für die Leitungsseile gefährlichen Schwingungsausschläge beseitigt.



a Einspannung des Gummizylinders
b das frei schwingende Ende mit der Masse zur Abstimmung des Dämpfers

Abb. 1. Das obere Ende des Versuchsmastes mit dem einseitig aufgehängten Gummidämpfer.

Dieser Dämpfer besteht aus einem Gummizylinder, der mit gleicher Eigenschwingungszahl wie die des zu dämpfenden Systems in seiner Längsachse schwingt und die zugeführte Schwingungsenergie in Wärme umsetzt. Der Gummizylinder wird einseitig eingespannt und durch eine veränderliche Masse an seinem frei schwingenden Ende abgestimmt (Abb. 1). Ein solcher Dämpfer läßt sich leicht und ohne große Kosten an den Masten anbringen. Er belastet durch sein Gewicht die Leitungseile nicht und ist auch nicht elektrisch mit den Seilen in Verbindung.

Infolge dankenswerter Unterstützung der Firma Brown, Boveri & Cie. AG., Mannheim, Abteilung Leitungsbau, konnten die Ergebnisse der Modellversuche im Wöhler-Institut auch an einer 60 kV-Leitung betätigt werden. (O. H. Look, Mitt. d. Wöhler-Instituts, Braunschweig, H. 21.) *Sb.*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Die Regelung der Stromverteilung in Ringnetzen mittels des Quertransformators. — Die in einem Ringnetz sich einstellende Belastungsverteilung ist von den Spannungen an den Speisepunkten und den Impedanzen der Ringteile abhängig. Sie wird im allgemeinen der mit Rücksicht auf die Leitungsquerschnitte und bestehende Stromlieferungsverträge erwünschten nicht entsprechen. Abhilfe kann hier der Quertransformator schaffen, ein unter Last regelbarer Transformator, dessen Sekundärwicklung aus in Reihe liegenden Teilen ver-

[1]) Siemens-Z. 14 (1934) S. 83. ETZ 55 (1934) S. 181.
[2]) Zorn, ETZ 51 (1930) S. 1238.
[3]) ETZ 54 (1933) S. 1047. Elektr.-Wirtsch. 33 (1934) S. 37.

[1]) Vgl. a. ETZ 54 (1933) S. 603.

Digitized by Google

schiedener Phasen besteht. Ist die Vektorlage der auf diese Weise in den Ring gebrachten Zusatzspannung um den Ringimpedanzwinkel gegen die Netzspannung gedreht, so wird nur die Wirkstromverteilung geregelt. Eine senkrecht hierzu stehende Zusatzspannung dagegen beeinflußt nur die Blindstromverteilung. Jede zwischen diesen beiden Richtungen liegende Zusatzspannung verschiebt gleichzeitig den Wirk- und Blindstrom. Bei geeigneter Schaltung, Stufung, Eigen- und Durchgangsleistung ist der Quertransformator in der Lage, die Leistungsaufteilung im Ringe willkürlich zu ändern. An Hand eines praktischen Beispieles werden die für ein gegebenes Netz nötigen Rechnungen und Diagramme zur Vorausbestimmung des erforderlichen Quertransformators entwickelt. (W. Oburger, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 52, S. 297.) *R. K.*

Speicherpumpenanlage Lassoula (Pyrenäen). — In den Pyrenäen wurde eine interessante Kraftwerksgruppe erstellt, die das Gefälle von etwa 900 m zwischen dem See Caillaouas und dem Orte Tramezaygues ausnutzt. Die ganze Gefällstufe wird durch das Becken von Lassoula in ungefähr zwei gleiche Abschnitte geteilt. Es wurde in Lassoula und in Tramezaygues je ein Kraftwerk errichtet, das erstere als Pumpspeicherwerk mit dem Caillaouassee als Speicherbecken. In Tramezaygues sind drei hydroelektrische Generatorgruppen von je 5500 kVA und zwei von je 1500 kVA, also insgesamt 19 500 kVA, aufgestellt, in Lassoula drei hydroelektrische Speicherpumpen-Generatorgruppen von je 4500 kVA, insgesamt 13 500 kVA. Das mittlere Gefälle beträgt ungefähr je 450 m.

Für Bewässerungszwecke hatte der Caillaouassee eine Anzapfstelle bei Kote 2130,3, der Stau wird auf 2169 m erhöht, die Wasserfassung für das Speicherwerk Lassoula wurde auf Kote 2087,89 m festgelegt, also etwa 50 m unter der früheren Anzapfstelle. Zur Ausführung dieser Wasserfassung im Trockenen wurde der See durch zwei schwimmende Pumpenanlagen bis zur Fassungstelle abgesenkt. Das gepumpte Wasser, etwa 11 Mill m^3, konnte vollständig für Energieerzeugung verwendet werden. Die Arbeiten wurden so durchgeführt, daß die Wiederauffüllung des Sees durch das Hochwasser des Jahres 1932 erfolgen konnte. Zur Absenkung wurden zwei schwimmende Pumpenanlagen mit je vier einstufigen Niederdruck-Zentrifugalpumpen verwendet, die bei 975 U/min je 560 l/s auf 15 m förderten, gegen Ende jeder Absenkungsperiode stieg diese Höhe auf 19 m. Die Aufnahmeleistung der Pumpen betrug im normalen Betrieb 136 PS je Pumpe.

Druckstollen und Rohrleitung des Speicherwerkes sind für eine Höchstwassermenge von 3500 l/s berechnet. Jede Gruppe besteht aus einer Speicherpumpe von 4500 PS Leistung, einer Peltonturbine von 5000 PS Leistung und einem Drehstromgenerator von 4500 kVA und 10 000 V Spannung. Die fünfstufigen Hochdruck-Zentrifugalpumpen fördern bei 1000 U/min je 505 bis 625 l/s auf 474 bis 403 m. Die Betriebsweise der beiden Anlagen ist folgende: Erzeugen beide elektrische Energie, so wird der Strom durch eine 60 000 V-Leitung den Stickstoffwerken zugeführt. Beim Pumpenbetrieb können zwei Fälle auftreten: genügt das vorhandene Wasser nicht für die Speisung der drei Pumpen in Lassoula und zur gleichzeitigen Energieerzeugung in Tramezaygues, die für die Pumpen benötigt wird, so bezieht Tramezaygues Strom von der Zentrale Loudenvielle und dient als Umspannwerk für 60 000/10 000 V. Im anderen Falle wird der in Tramezaygues erzeugte Strom dem Bedarf entsprechend zwischen Lassoula und dem 60 000 V-Netz verteilt.

R. W. Müller, Freiberg/Sa.

Elektrisierung der Bretagne und Normandie. Ist sie mit Flutwerken möglich? — Eine Interpellation im französischen Senat brachte die Ausnutzung der Energie des Meeres auf die Tagesordnung. Es handelt sich um die Frage nach dem Wert der Meereskraft, eine Frage, die schon zahlreiche Streitigkeiten hervorgerufen hat. Zweifellos sind in der Bretagne und Normandie günstige Vorbedingungen für die Ausnutzung der Meereskraft von der Natur gegeben. Ein Blick auf die Karte läßt die buchtenreiche Küste erkennen, auch ist der Hub der Gezeiten bedeutend (10 m, gegen 3 m an der holsteinischen Westküste). Der Verfasser — A. Defour — weist zur Vermeidung von Wiederholungen auf eine Reihe früherer Veröffentlichungen hin[1]). Wir können noch einige Literaturnachweise hinzufügen[2]).

[1]) Rev. gén. Électr. 11 (1922) S. 313; 12 (1923) S. 673; 23 (1928) S. 546.
[2]) ETZ 42 (1921) S. 678; 43 (1922) S. 1317; 46 (1925) S. 1953; 48 (1927) S. 810; 52 (1931) S. 1037.

Im November 1929 hat die Société de l'Energie des Marées (Marées = Gezeiten = Tiden) ein Gesuch um Erlaß einer Konzession für die Bai von Rothéneuf eingereicht. Dazu empfahl der Chefingenieur der Seineschiffahrt Gaspard eine Umarbeitung und schlug eine etwas veränderte Ausführungsweise vor. Die Regierung war aber nicht gesonnen, zwei Versuchskraftwerke — l'Abervrac'h und Rothéneuf — ausführen zu lassen, um so weniger, als das letztere, weil es im offenen Meere erbaut werden müßte, einen Wellenbrecher erforderlich gemacht haben würde. Man studierte sodann die Lebensfähigkeit zweier Werke — Pontrieux und Tréquier — die, 10 km entfernt vom offenen Meere, ohne Wellenbrecher zu entwerfen waren.

Eine an Hand einer Zahlentafel sorgfältig durchgeführte Berechnung, welche auch berücksichtigt, daß der Meereshub — obgleich im Maximum 10,5 m — doch im Mittel nur 4,5 m beträgt, führte zum Ergebnis, daß jede der beiden Anlagen jährlich 20 Mill kWh leisten kann. Der Verkaufspreis je Kilowattstunde ergab sich zu 8 cts, gegen 13 cts bei Rothéneuf, worauf man den letzteren Entwurf fallen ließ.

Sorgfältige graphische und rechnerische Ermittlungen führten zum Ergebnis, daß bei einem Meereshub von 10 m 5000, bei 4 m 1050 PS zu gewinnen wären. Dabei ist ein Hauptbecken von 300 m^2 und ein Hilfsbecken von 150 m^2 vorgesehen.

Nach Feststellung dieser Zahlen wurde das Werk entworfen. Es gliedert sich in die Anlage des Hauptbeckens, des Hilfsbeckens und der „Galerie", welche zwischen beiden liegt.

Das Kraftwerk des Hauptbeckens enthält Turbogeneratoren zur Ausnutzung der Energie des Hauptbeckens, sowohl bei Füllung als bei Leerung dieses Beckens.

Das Kraftwerk des Hilfsbeckens ist ausgeführt wie das des Hauptbeckens, nutzt aber nur die Energie aus, die bei Leerung des Hilfsbeckens zu gewinnen ist.

Die „Galerie" ist gleichfalls wie die beiden anderen Werke ausgestattet und arbeitet mit dem Kraftwerk des Hauptbeckens während der Füllung und Leerung desselben, mit dem des Hilfsbeckens nur während der Leerung. Der Zweck dieser umständlichen Anordnung ist, zu erreichen, daß dauernd Strom erzeugt werden kann, was bekanntlich beim Einbeckensystem nicht möglich ist.

Um nun zu zeigen, daß die Meereskräfte sich dem Bedarf der Abnehmer anpassen, bearbeitet der Verfasser einen Zeitraum von 16 Gezeiten, also von ungefähr 8 aufeinanderfolgenden Tagen, indem er die Bewegungen des Meeres zeichnerisch darstellt, darunter eine Strombedarfskurve, wie sie dem Monat Dezember entsprechen soll. Es fällt also keineswegs immer hoher Wasserstand des Meeres mit hohem Strombedarf im Netz zeitlich zusammen. Es muß aber gesagt werden, daß die Ordinaten der Strombedarfskurve verzeichnet sind. Der Strombedarf von nachts 1 h bis morgens 7 h ist ungefähr 50 % vom höchsten Tagesverbrauch, während er bei uns weniger als 10 % ausmacht. Insofern kann man wohl sagen, daß die Durchführung der Rechnung nicht überzeugend ist; denn es ist eine Konzession an die Leistungen des Flutwerks gemacht.

Trotzdem kommt aber der Berichterstatter zum Ergebnis, daß zweimal in dem betrachteten Zeitraum von 8 Tagen die Leistung des projektierten Flutwerks je 2½ h lang erheblich hinter dem Strombedarf des Netzes zurückbleibt. Man kann also auch hier wieder feststellen, daß Flutwerke, wenn sie nicht einen großen Überschuß von Meereskraft über den Netzbedarf haben, nur mit anderen Werken zusammen ins gleiche Netz arbeiten sollten. Aber dann erhebt sich auch die Frage, ob man nicht statt des Zweibecken- das viel ausgiebigere Einbeckensystem anwenden soll.

Jede der beiden Anlagen ist zu 5,6 Mill frs veranschlagt. Die jährliche Gesamtstromerzeugung einer Anlage beträgt 20,5 Mill kWh und der Preis der Kilowattstunde 7,5 cts. (A. Defour, Rev. gén. Électr. Bd. 36, S. 267.) *G. R.*

Elektromaschinenbau.

Kippgrenze der Gleichlaufanordnung mit Hilfe von Asynchronmaschinen. — Durch zwei Asynchronmaschinen, deren Ständer an einem gemeinsamen Drehstromnetz liegen, während ihre Läufer miteinander verbunden sind, gelingt es, zwei mechanisch unabhängige Wellen im Gleichlauf zu erhalten. Da die Anordnung ein ganz bestimmtes Kippmoment besitzt, oberhalb dessen der Gleichlauf nicht gewahrt bleibt, ist die Kenntnis dieses Kippmomentes für die Anwendung von großer Wichtigkeit. Außerdem interessieren die bei dem Kippmoment

Digitized by Google

auftretenden Stromstärken. Von E. Scharstein wird an Hand des Vektordiagrammes die durch den Luftspalt der Asynchronmaschinen übertragene Leistung bestimmt, aus der das Drehmoment leicht berechnet werden kann. Es ergibt sich, daß für einen bestimmten Verdrehungswinkel der beiden Läufer gegeneinander, der außer vom Blindwiderstand der Maschinen vom Wirkwiderstand der Läufer und von der Drehzahl abhängt, ein Maximum der übertragenen Leistung auftritt. Die Formeln zur Berechnung dieses Winkels und damit der maximalen Leistung und des Kippmomentes werden angegeben. Zum Schluß werden die Kippmomente für zwei 4polige Motoren für eine Leistung von 15 kW berechnet. Eine experimentelle Nachprüfung der berechneten Kurven ergab eine gute Übereinstimmung der Messungen mit der Berechnung. (E. Scharstein, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 12, S. 770.)

Spannungsregelung mittels gleichstromerregter Transformatoren. — Bei der primären und sekundären Hintereinanderschaltung zweier Transformatoren werden beide im Verhältnis ihrer Reaktanzen induziert. Da sich die Reaktanz durch Gleichstrom-Vormagnetisierung von ihrem Normalwert bis auf nahezu Null reduzieren läßt, ist eine Spannungsregelung durch Änderung der Vormagnetisierung möglich. Ein Beispiel hierfür bietet die in Abb. 2 dargestellte Schaltung. In dieser ist der zweite Transformator in zwei gleiche Teile B' und B'' zerlegt, die eine Gleichstromquelle entgegengesetzt vormagnetisiert. Ohne Gleichstromerregung ergibt sich bei Leerlauf eine Sekundärspannung.

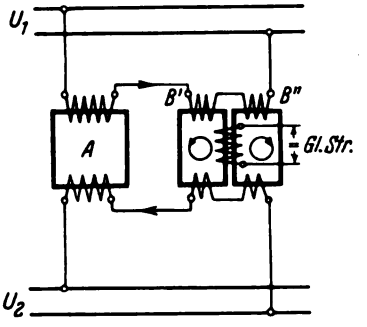


Abb. 2. Schaltung zweier gleichstromerregter Transformatoren zwecks Spannungsregelung.

$$U_{20} = U_1 \frac{a\,p + b}{p + 1}$$

worin a und b die Windungsübersetzungen w_2/w_1 des Kernes A bzw. B sind und p das Verhältnis der Primärreaktanzen x_a/x_b. Bei starker Gleichstrom-Vormagnetisierung wird $x_b \approx 0$ und die Sekundärspannung $U_{20} = U_1 \cdot a$. Der auf $U_1 \cdot a$ bezogene Regulierbereich ist also

$$\Delta u_{20} = \frac{b - a}{a\,(p + 1)}$$

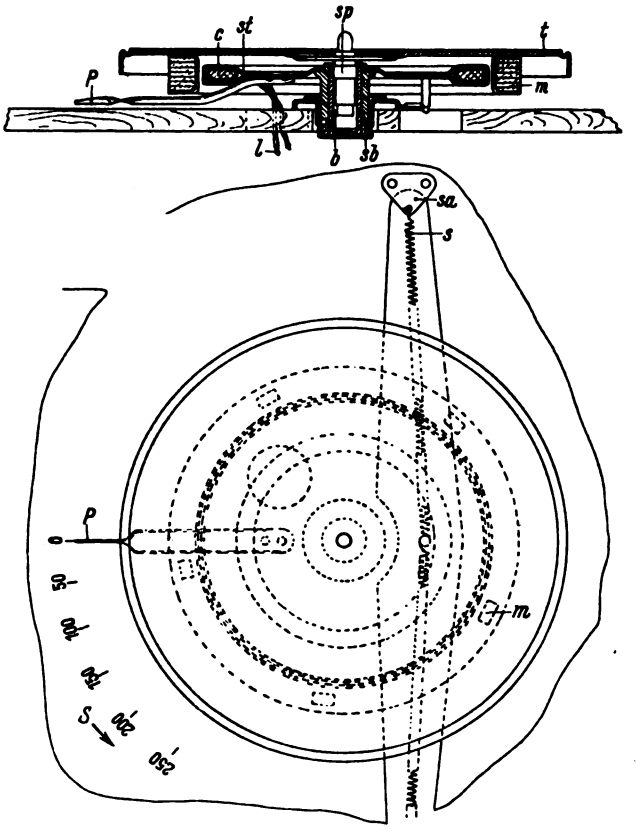
Je nachdem b oder a größer ist, ergibt sich Aufwärts- oder Abwärtsregelung. Bei Belastung tritt ein erheblicher induktiver Spannungabfall auf, der der jeweils eingestellten Zusatz- bzw. Absatzspannung proportional ist. Sein auf diese bezogener Relativwert ist bei Nennstrom

$$k = \frac{\Delta u_{20}}{i_{0a}}\,(p + 1)$$

Hierbei bezeichnet i_{0a} den relativen Leerlaufstrom des Transformators A bei Erregung mit der vollen Primärspannung U_1. Mit $\Delta u_{20} = 0{,}25$, $i_{0a} = 0{,}4$, $p = 0{,}32$ errechnet sich beispielsweise ein induktiver Spannungsabfall von 83 % der Spannungsregelung. Das beschriebene Regelverfahren ist also nur anwendbar, wenn der sekundäre Leistungsfaktor nahe bei 1 liegt, etwa bei elektrischen Öfen oder Gleichrichtern. (W. Scheuring, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 52, S. 326.) *R. K.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein kleiner elektrischer Drehmomentmesser. — Unter Verwendung eines handelsüblichen Grammophon-Synchronmotors wurde ein Drehmomentmesser gebaut, der zunächst zur Ermittlung des Reibungskoeffizienten zwischen Grammophonnadel und Platte benutzt wurde. Kennzeichnend für diese Synchronmotoren ist, daß der Ständer eine kleine Drehbewegung um die Motorachse ausführen kann. Die Drehbewegung wird durch Federn oder dergl. begrenzt. In dem zugelassenen Drehbereich muß die Reibung auf dem Kleinstwert gehalten werden. Den Aufbau eines solchen Motors zeigt Abb. 3. Im Lager b läuft der Stirnzapfen sp der Drehscheibe t. An der Unterseite der Drehscheibe sitzt ein Kranz m mit 76 permanenten Einzelpolen. Diese Polzahl gibt bei 50 Hz eine Drehzahl von 78,95 U/min. Der Ständer st trägt an seinem äußeren Umfang die entsprechenden Einzelpole, die durch die Spule c, vom Wechselspannungsnetz gespeist, erregt werden. Der Ständer dreht sich auf Stahlkugeln sb um das Zapfenlager b.



l Ständerzuleitung sa Befestigungslasche

Abb. 3. Elektrischer Drehmomentmesser.

Für den Umbau zum Drehmomentmesser wurde vom Motor das Hemmglied entfernt, das die Ständerbewegung eingrenzt. Es wurden weiche Schraubenfedern s eingebaut, die einen größeren Ausschlag des Ständers für die Einheit des Drehmomentes ergaben. Zur Messung von Drehmomenten bis zu 250 cmg eigneten sich solche mit 220 Windungen eines 0,38 mm starken Klavierdrahtes. Diese Federn lieferten einen Ständerausschlag von 50° nach beiden Seiten des Nullpunktes der Skala. Nach Beendigung der Messung wurden die Federn wieder entspannt. Größere Drehmomente erfordern kräftigere Federn (Spiralfedern), der Größtwert ist jedoch durch das Bremsmoment von 1500 cmg bei 78 U/min gegeben. Die Federenden müssen so auf dem Grundbrett des Motors befestigt werden, daß ein möglichst kleiner Seitendruck auf das Ständerlager ausgeübt wird.

Zur Eichung des Gerätes wurde auf der Drehscheibe gleichachsig eine Rolle befestigt, um die ein Faden gelegt wurde. Der Faden wurde durch Gewichte oder geeichte Federn gespannt und dann wurde für verschiedene Werte der Ausschlag des Zeigers P auf der Skala S angezeichnet. Dabei muß der Motor von Hand angeworfen werden. (E. C. Wadlow, Electr. Rev., Lond., Bd. 115, S. 209.) *Rsk.*

Das Promille-Wattmeter, ein neues Torsions-Elektrodynamometer[1]**.** — Bei der zukunftsreichen Gleichlast-Zählereichung wird als Normal ein Wechselstrom-Eichzähler benutzt. Bisher hat ein allergenauestes, einfach zu handhabendes Gerät zur Eigenkontrolle des Normalzählers gefehlt. Diese Lücke füllt das besonders für diesen Zweck geschaffene Promille-Wattmeter aus (Abb. 4), das durch den außergewöhnlichen Aufbau seines astatischen Meßwerkes die verlangte Genauigkeit von 0,1 % weit übertrifft.

[1]) Das Instrument wurde bereits in der ETZ 1934, S. 647 erwähnt.

Digitized by Google

Zur Aufhängung der beiden beweglichen Spannungsspulen dient ein Spanndraht, so daß Reibungswiderstände an den Lagerspitzen vermieden sind. Zwei flache Spiralfedern geben die nötige Richtkraft. Sie sind einerseits am System befestigt, während die freien Enden durch einen Drehknopf von Hand so verstellt werden, daß beim Messen der Zeiger auf einer unbeweglichen Marke einspielt. Daher ließ sich der Ausschlagwinkel der Spulen auf wenige Bogengrade beschränken. Die Spanndrähte können also nicht bis zur Elastizitätsgrenze verdreht werden, und auch die gegenläufige Anordnung der Torsionsfedern und die Art ihrer Befestigung schließen Fehler durch eine elastische Nachwirkung aus.

Störungen infolge der Betriebserwärmung werden durch Verminderung der Wattaufnahme in den Stromspulen von 5 auf 2 W vermieden. Werkstoff und Abmessung der Systemteile sind ferner so gewählt worden, daß bei etwaiger Temperaturzunahme die Schwächung des Drehspulstromes durch Nachlassen der Torsionsfederspannung kompensiert wird. Um Wirbelstromfehler zu vermeiden, sind die großen Leitungsquerschnitte der Stromspule in Einzeldrähte aufgelöst, die nach besonderer Art verdrillt sind. Nach Möglichkeit sind alle Metallteile aus der Spulennähe entfernt. Im übrigen verhindert die manganinartige Legierung mit hohem spezifischen Widerstand Ausbildung von Wirbelströmen in den nicht stromführenden Meßwerkteilen. Das Dämpfergehäuse und andere Teile bestehen aus gleichem Grund aus Isolierstoff. Feste und bewegliche Spulen können nur so wenig aus ihrer rechtwinkligen Lage zueinander abweichen, daß sonst unvermeidliche Wechselinduktionsfehler ausgeschlossen sind. Die Drehspule wird gerade beim Messen immer wieder in rechtwinklige Lage zur festen Spule ausgerichtet.

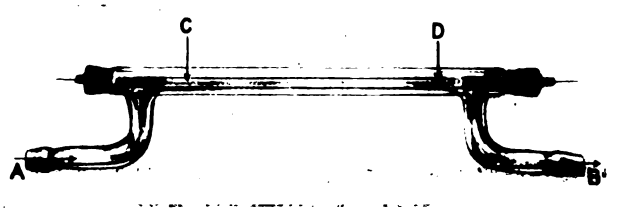
Abb. 4. Promille-Wattmeter.

Die 400 mm lange Skala ist auf dem Umfang einer Scheibe angebracht, die zugleich mit dem Drehknopf verstellt wird. 0,1 % Zeigerabweichung entsprechen also 0,4 mm Skalenlänge, was unter allen Umständen sicher abzulesen ist. Bei den bisher bekannten Geräten beträgt diese Abweichung höchstens 0,15 mm, eine nur mit großer Anstrengung und Übung feststellbare Differenz. Die Untersuchung ergab bei Zimmertemperatur und 50 Hz einen größten Fehler von 0,04 %, bezogen auf den Skalenendwert. Anwärmefehler ließen sich ebensowenig nachweisen wie Ausschlagsänderungen bei Frequenzschwankungen zwischen 40 und 60 Hz. An das Promille-Wattmeter können stromseitig 5 A, spannungseitig 120 V angeschlossen werden. Für andere Meßbereiche sind Normalwandler zu benutzen. *Fr. M.*

Beleuchtung.

Eine neue Quecksilberdampf-Höchstdrucklampe. — Am 22. III. 1935 wurde in Berlin eine von dem Physiker C. Bol entwickelte neue Quecksilberdampflampe vorgeführt, die durch Anwendung hoher Drücke im Entladungsraum gekennzeichnet ist. Die damit erreichbaren Vorteile sind: sehr hohe Leuchtdichte, gute Lichtausbeute, weiße Lichtfarbe. Die Versuche erstreckten sich bislang auf zwei Typen: 1. Lampen für sehr hohen Druck (bis 300 at) und große Leistung, mit annähernd weißer Lichtfarbe, Wasserkühlung erforderlich; 2. Lampen geringeren Drucks (etwa 50 at), kleinere Leistung bei guter Lichtausbeute, Lichtfarbe ähnlich wie beim bisher bekannten Quecksilberdampflicht, besondere Kühlung nicht nötig.

Als Entladungsgefäß dient ein Quarzröhrchen von beispielsweise 2 mm Innendurchmesser, in das Stabelektroden eingesetzt sind. Die Entladungslänge beträgt bei einer 600 W-Lampe 1 cm. Das Rohr enthält etwas Neon für die Zündung sowie einen Tropfen Quecksilber. Das nach dem Zünden allmählich verdampfte Quecksilber kommt auf hohen Druck und übernimmt nun die Entladung, die sich im Endzustand auf etwa 1 mm Dicke zusammenzieht. Die Leuchtdichte dieser Entladung ist z. B. 28 000 sb (Stilb = HK/cm²) bei der 600 W-Lampe; bei Versuchen wurden Leuchtdichten bis 45 000 sb beobachtet (Sonne 180 000 sb, Kohlelichtbogen 19 000 sb, Druckbogenlampe bis zu 280 000 sb). Die Temperatur im Innern der Entladung wurde zu 8000 bis 10 000 °C bestimmt (Sonnenoberfläche: etwa 6000 °). Die Elektroden werden durch die an ihnen stattfindende Kondensation des Quecksilbers vor dem Abschmelzen bewahrt, die Quarzwände bleiben dank des geringen Querschnittes der Entladung und dank der bei höheren Leistungen vorgesehenen Wasserkühlung auf einer Temperatur von einigen hundert Grad.



A, B Wasserdurchfluß *C, D* Elektroden

Abb. 5. Quecksilberdampflampe mit Wasserkühlung, Leistung 10 kW, 55 000 HK, Entladungslänge 15 cm.

Die gute Lichtausbeute der Höchstdruckentladung gestattet auch den Bau kleiner Quecksilberdampflampen. Es wurde eine 75 W-Type vorgeführt, die rd. 45 Lm/W liefert. Für die 600 W-Lampe lautet diese Zahl rd. 65 Lm/W. Bei den Lampen höherer Leistung ist, wie schon gesagt, die Lichtfarbe gut weiß; dem erheblich verbreiterten Linienspektrum der Hg-Entladung ist ein kontinuierliches Spektrum überlagert, das kräftige rote und gelbe Töne enthält.

Über den Anschluß der Lampen bleibt noch zu sagen, daß für 1 cm Entladungslänge 500 V Brennspannung nötig sind, 600 V zur Zündung. Die 75 W-Lampe brennt mit 230 V, zum Zünden braucht sie 380 V; die Stromstärke der Entladung beträgt in der 600 W-Lampe 1,2 A. Die Lampen erscheinen dank ihrer großen Leuchtdichte vornehmlich für Scheinwerfer geeignet, sie kommen wohl auch für die Beleuchtung von Straßen und Flugplätzen sowie für die Projektionstechnik in Frage, sobald erst einmal das Versuchsstadium überwunden ist. Abb. 5 zeigt eine Lampe für 10 kW, 55 000 HK, die bei der Beleuchtung eines Flugplatzes erprobt worden ist. Der Elektrodenabstand beträgt hier 15 cm. *Wr.*

Luftschutzleuchten für Industriebetriebe. — Bei Aufruf des Werkluftschutzes ist es bekanntlich notwendig, an Stelle der Friedensbeleuchtung eine den Anforderungen des Luftschutzes genügende „eingeschränkte Beleuchtung" in Betrieb zu nehmen. Dabei kommt es auf eine erhebliche Herabsetzung der Beleuchtungstärke, auf eine Abschirmung des seitlich austretenden Lichtes und auf eine Filterung der sichtigen langwelligen Strahlen an. Zu diesem Zwecke sind in jüngster Zeit Luftschutzleuchten durchgebildet worden bzw. Luftschutzansätze, die nachträglich an vorhandene Emailletiefstrahler und Werkplatzleuchten angesetzt wer-

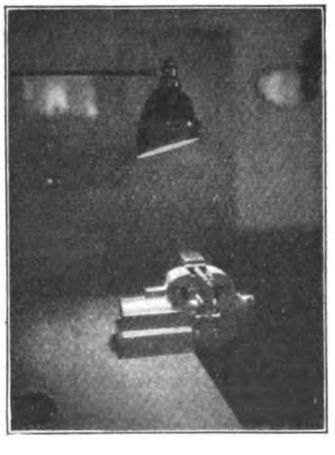


Abb. 6. Werkplatzleuchte mit Luftschutzansatz, bestehend aus tiefblauem Abschlußglas und schwarzer, einseitig tiefer gezogener Blende.

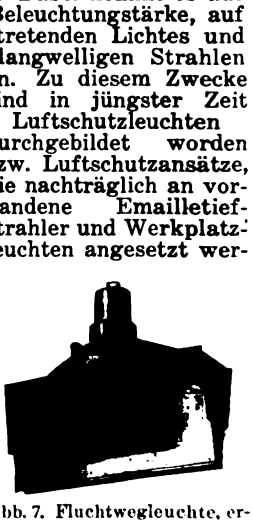


Abb. 7. Fluchtwegleuchte, erzeugt bei im übrigen völliger Abblendung ein etwa 1 m breites, scharf begrenztes Lichtband, mit dem der Fluchtweg kenntlich gemacht wird.

Digitized by Google

den können. Die Ansätze bestehen aus einem Schalenring mit tiefblauer Abschlußschale und einem kragenförmigen mattschwarzen Abblendring. Der letztere ist bei dem für Werkplatzleuchten bestimmten Ansatz (Abb. 6) einseitig tiefergezogen, damit nach der Fensterseite hin eine besonders gute Abschirmung erfolgen kann.

Da im Falle eines Fliegeralarmes auch die üblichen Notbeleuchtungsanlagen der Betriebe den Anforderungen nicht entsprechen würden, mußte außerdem eine sog. Fluchtwegleuchte (Abb. 7) geschaffen werden, die vollständig abgeschirmt ist und nur ein etwa 1 m breites scharf begrenztes Lichtband erzeugt. Damit wird der Fluchtweg bei sonst völlig abgeschalteter Beleuchtung kenntlich gemacht, so daß ein gefahrloses Verlassen des Arbeitsraumes möglich ist. Zur Besteckung wird auch hier am besten eine Tageslichtglühlampe kleinerer Einheit verwendet. *fi*

Der Einfluß des Beleuchtungstromabsatzes auf die Belastung eines Elektrizitätswerks. — In den letzten Jahren hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß die früher als unerwünscht betrachtete Mehrbelastung durch gesteigerten Beleuchtungstromabsatz für die Elektrizitätswerke durchaus nicht ungünstig zu beurteilen ist. W. Peters behandelte die Bedeutung des Lichtverbrauchs für die Belastungsverteilung der Elektrizitätswerke auf Grund seiner Erfahrungen im Versorgungsgebiet der BEWAG. Im Bereich einer großen Stadt kann die Spitzenlast in den einzelnen Bezirken zu ganz verschiedenen Tageszeiten auftreten, je nachdem, ob es sich um Industrie-, Geschäfts- oder Wohnviertel handelt. Aber auch die Abendspitze ist in vielen Fällen keine reine Lichtspitze, wie oft fälschlicherweise angenommen wird. Während die Hauptbelastung bei Büros und Läden im allgemeinen mit der Abendspitze der Elektrizitätswerke zusammenfällt, trifft dies bereits bei den Haushaltungen vielfach nicht zu. Außerdem gibt es viele Verwendungsarten von Beleuchtungstrom, bei denen sich die Betriebszeit bis weit in die Nacht hinein erstreckt, z. B. Lichtreklame und Schaufensterbeleuchtung sowie die Beleuchtung von Gaststätten und Hotels. Derartige Lichtstromabnehmer können den Elektrizitätswerken nur erwünscht sein, zumal in der Mehrzahl dieser Fälle mit einem annähernd gleichbleibenden Verbrauch gerechnet werden kann. Anders liegen die Bedingungen bei einer saisonmäßig kurzzeitig begrenzten Belastung in den Tagen der Werkhöchstbelastung, wie sie z. B. in Berlin durch den Mehrverbrauch des Weihnachtsmarktes auftritt.

Die Berechnung der Strompreise richtet sich ganz nach den vorliegenden Verhältnissen. Für Hochspannungslichtabnehmer, die den elektrischen Strom gewissermaßen als Halbfabrikat beziehen, können natürlich günstigere Bedingungen gewährt werden als für Niederspannungsabnehmer. Für den Erfolg der Elektrizitätswerbung ausschlaggebend ist vor allem eine umsatzfördernde Tarifpolitik, die dem Abnehmer den Anreiz gibt, seine Beleuchtungsanlage auch noch länger als unbedingt notwendig zu benutzen und weiter auszubauen, so daß die Benutzungsdauer der Anlage in einem für das EW günstigen Sinne erweitert wird. Die BEWAG hat in diesem Jahre für Wohnungsneubauten und Umzugsneuanschlüsse einen Sondertarif herausgebracht, bei dem die Grundgebühr nicht mehr wie bisher nach dem Anschlußwert der Installation, sondern nach der Zimmerzahl der Wohnung gestaffelt wird. Der Abnehmer hat das Recht, den Anschlußwert seiner Anlage unbegrenzt zu erweitern, ohne eine Erhöhung der Grundgebühr und Sonderausgaben für die Aufstellung eines stärkeren Zählers befürchten zu müssen. Man erwartet so, den Umsatz an Beleuchtungstrom bei gleichzeitiger Verbesserung der Benutzungsdauer zu erhöhen, da durch diesen Tarif der Anreiz gegeben wird, jetzt mehr als bisher zur Benutzung elektrischer Heiz-, Koch- und Haushaltgeräte überzugehen. Die Anschaffung derartiger Geräte würde gleichzeitig die Arbeitsbeschaffung fördern. Haushaltungen mit vollelektrischem Anschluß erhalten neuerdings bei vielen Werken Tarife, die einen einheitlichen kWh-Preis für den gesamten Licht- und Kraftverbrauch vorsehen. Es hat sich gezeigt, daß derartige Tarife auch zu einem Mehrverbrauch an Beleuchtungstrom führen und die Gesamtbenutzungsdauer der Anlage verbessern. (W. Peters, Vortrag Dtsch. Lichttechn. Ges. am 13. XII. 1934.) *Frh.*

Elektrowärme.

Elektroden - Durchlauferhitzer - Anlage für 6000 kW Höchstleistung. — Die neue Städtische Bibliothek von Manchester, die im Juli 1934 vom König von England eingeweiht wurde, zeichnet sich in ihren technischen Einrichtungen dadurch aus, daß sie ausschließlich Elektrizität als Energiequelle verwendet. Bemerkenswert ist die Heizungsanlage, die als Warmwasserheizung mit zentraler elektrischer Wärmeerzeugung ausgeführt wurde und eine Regelung der Wärmezufuhr zu allen Gebäudeteilen von einer Stelle aus gestattet. Die Wärme wird an die Räume teils durch Radiatoren, teils durch Lufterhitzer mit Warmwasserheizung abgegeben.

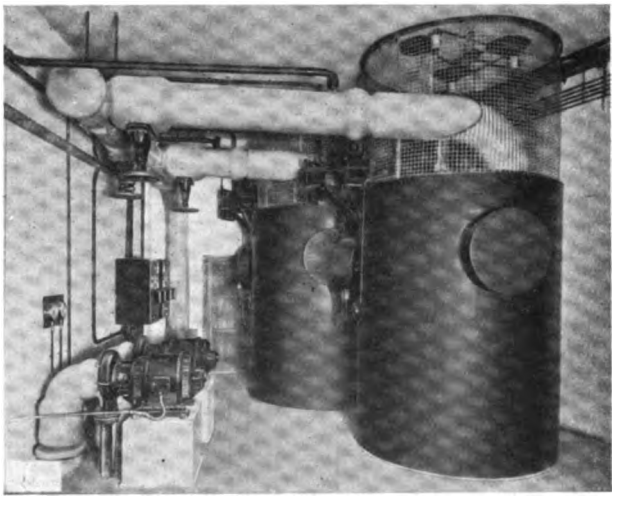


Abb. 8. Zwei Elektroden-Durchlauferhitzer je 3000 kW, 6600 V, 5 at.

Die zentrale Wärmeerzeugungsanlage besteht aus 2 Elektroden-Durchlauferhitzern mit je 3000 kW Höchstleistung, die unmittelbar an das 6,6 kV-Netz der Stadt Manchester angeschlossen sind (Abb. 8). Mit Rücksicht auf die Belastung des Elektrizitätswerks arbeiten die Durchlauferhitzer nur in den Nachtstunden. Das erzeugte Warmwasser wird in 5 Speichern mit je etwa 45 m^3 Inhalt aufgespeichert; tagsüber wird das heiße Wasser nach Bedarf durch Pumpen in das Heizungsystem gedrückt. Während des Aufheizens wird der Wasserinhalt der Speicher durch Umwälzpumpen mehrmals im Kreislauf durch die Durchlauferhitzer gefördert. Die Speicher stehen unter dem Druck einer Wassersäule von etwa 40 m und können deshalb bis auf etwa 125 ° aufgeladen werden, ohne daß ein Sieden eintritt. In das Heizungsystem selbst gelangt ein Gemisch aus dem Speicherwasser von 125 ° und dem abgekühlt von den Heizkörpern zurückkommenden Wasser; das Mischungsverhältnis wird je nach der Witterung so gewählt, daß sich eine Wassertemperatur von 40 bis 90 ° ergibt.

Die ganze Anlage arbeitet vollständig selbsttätig. Das Einschalten der Durchlauferhitzer zu Beginn der Speicherung wird durch eine Schaltuhr bewirkt, das Ausschalten entweder durch die Schaltuhr nach Ablauf der Speicherzeit oder durch ein Kontaktthermometer, wenn die Aufladetemperatur der Speicher schon vorher erreicht wird. Motorisch gesteuerte Regeleinrichtungen sorgen dafür, daß die Durchlauferhitzer im normalen Betrieb nur in der Einstellung auf kleinste Leistungsaufnahme eingeschaltet und ausgeschaltet werden. Außerdem sorgen die Regelvorrichtungen selbsttätig dafür, daß die Leistung während des Heizvorganges konstant bleibt, obwohl der Wasserwiderstand mit steigender Temperatur stark sinkt. Die Regelvorrichtungen werden bei jedem Durchlauferhitzer über ein einziges Relais gesteuert, so daß die ganze Anlage äußerst übersichtlich und betriebsicher ist. Weitgehende Verriegelungen und Schutzmaßnahmen sind vorgesehen, um eine Gefährdung der Anlage bei einer Störung eines einzelnen Teiles auszuschließen. Die Durchlauferhitzeranlage, die sich schon im letzten Winter ausgezeichnet bewährt hat, wurde von den Siemens-Schuckertwerken geliefert. Sie ist mit einer Gesamtleistung von 6000 kW die größte Anlage dieser Art. *fi.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Treibachse der 1 Co 1-Lokomotive. — Im Sommer 1932 wurden von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft Schnellfahrversuche mit einer elektrischen Lokomotive der Bauart 1 Co 1 durchgeführt, wobei Geschwindigkeiten von 153 km/h mit rd. 310 t Anhängelast erzielt wurden. Diese Lokomotiven besitzen den AEG-Federtopfantrieb. Die Antriebsteile des Federtopfes sind in ihrer Bauart

Digitized by Google

gegenüber den früher gelieferten Lokomotiven, z. B. der 1 Do 1 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, unverändert geblieben. Geändert hat sich jedoch der Antriebsmotor; während früher Zwillingsmotoren Verwendung fanden, treibt bei der 1 Co 1-Lokomotive nur ein Motor mit 730 kW Stundenleistung nach R.E.B. (Erwärmungsgrenze für Dauerleistung) die Achse an. Das Drehmoment des Motors wird über einen doppelseitigen Zahnradantrieb, der symmetrisch auf beiden Seiten angeordnet ist, auf

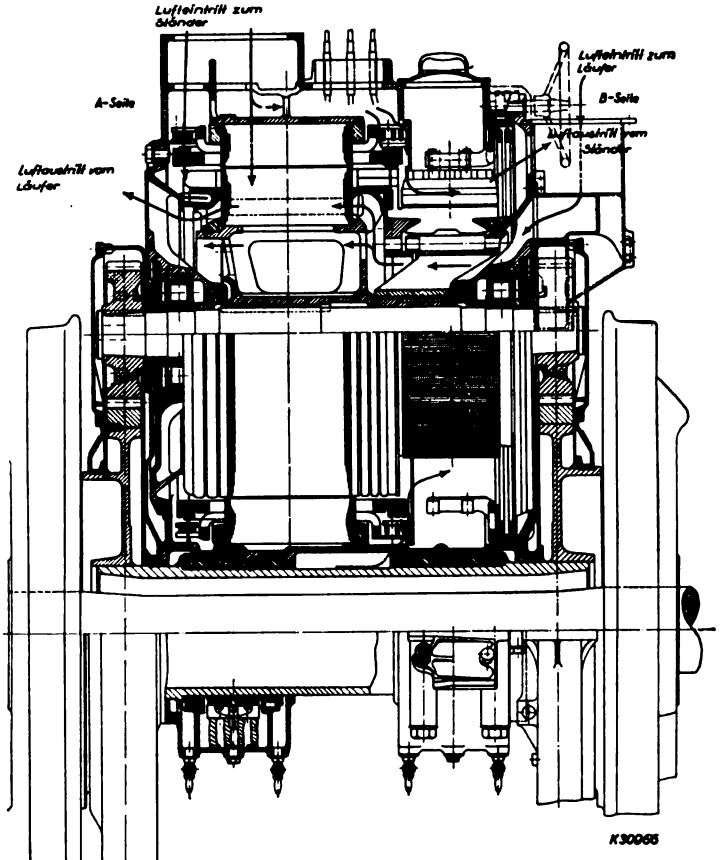


Abb. 9. Radsatz der 1 Co 1-Lokomotive.

die Hohlwelle und damit auf den Federtopf übertragen (Abb. 9). Die Zahnräder haben beiderseitig schräge Zähne. Für die Ritzel wurde ein Chromnickelstahl mit 130 bis 140 kg Festigkeit verwendet; für die einteiligen Großräder, die als Kränze auf die Radscheiben der Hohlwellen aufgepreßt sind, ist ebenfalls ein Chromnickelstahl mit einer geringeren Festigkeit von 80 bis 90 kg verwendet worden. Die Schmierung der Zahnräder, die mit einem Schutzkasten versehen sind, erfolgt durch Öl. Die Hohlwelle, die im Motor in entsprechenden Hohlwellenlagern gelagert ist, besteht aus drei Teilen: der eigentlichen Hohlwelle und den beiden Radscheiben, die durch Schweißen zusammengefügt sind. Die Hohlwellenlager des Motors sind Gleitlager und werden durch eine Kissenschmierung geschmiert. Die Treibachsen laufen ebenfalls in vollkommen geschlossenen Gleitlagern der Bauart Peyinghaus mit selbsttätiger Schmierung. Der Antriebsmotor ist ein schnellaufender, fremdgelüfteter Reihen-Kommutatormotor mit Ausgleichleitern, mit phasenverschobenem Hilfsfeld und mit besonderer Kompensationswicklung. Er besitzt im Verhältnis zu seiner Leistung ein sehr geringes Gewicht von 6,7 kg je kW Stundenleistung. Insbesondere ist dies durch die Art der Lüftung erreicht worden. Es sind nämlich für Ständer und Anker zwei voneinander vollkommen getrennte Kühlströme und damit zwei Lüfter gewählt worden, um die wärmsten Stellen im Ständer oder Anker unabhängig voneinander erfassen zu können. Durch die starke Kühlung ist auch das Verhältnis von Stundenleistung zu Dauerleistung ein sehr günstiges, nämlich 0,9, geworden. Die beiden Lüfter werden von einem Lüftermotor angetrieben, der auf ein Konsol des Motors unmittelbar aufgebaut ist. Die Isolation des Fahrmotors besteht im Ständer aus Asbest, im Anker aus Mikanit. Der Anker läuft in Rollenlagern. Mit den äußeren Treibachsen der Lokomotive sind die Laufachsen zu einer Art Krauß-Helmholtz-Drehgestell von 2800 mm Radstand vereinigt. Die mittlere Treibachse der Lokomotive ist fest im Rahmen gelagert und hat 10 mm Spurkranzschwächung auf jeder Seite. Die äußeren Treibachsen von 2 · 15 mm Seitenspiel werden von der Laufachse durch eine Art Zange gesteuert und quer zum Gleis verschoben. Die Deichsel des Lenkgestelles besitzt Rückstellfederung am Drehzapfen und besondere Rückstellfedern an der Laufachse. Das gesamte Lenkgestell ist aus Blechen und Formeisen zusammengeschweißt. Bei den 1 Co 1-Lokomotiven sind zum ersten Male auch die Laufachslager als gewöhnliche Innenlager mit Peyinghaus-Schmierung ausgebildet. *f.*

Entwicklungslinien und Vorschläge für die Stockholmer Straßenbahn. — J. Körner, Stockholm, bringt eine zusammenfassende Darstellung der bisherigen Entwicklung des Straßenbahnwesens in Amerika und Europa und schlägt zum Schluß unter eingehender Begründung eine Reihe neuer Wagentypen für die Stockholmer Straßenbahn vor. Der Wettbewerb des Kraftwagens mit der Straßenbahn ist deswegen für letztere so schwierig, weil ein Straßenbahnwagen etwa 20 bis 30 Jahre Lebensdauer hat, während ein Kraftwagen nach 5 bis 7 Jahren außer Dienst gestellt werden muß und somit viel eher auf der Entwicklungshöhe gehalten werden kann. Schon früh, d. h. von über 20 Jahren, begannen in Amerika Bestrebungen, den Straßenbahnbetrieb gegenüber dem Kraftwagenbetrieb wirtschaftlicher zu machen. Zu diesem Zweck wurde der sog. Einmannwagen geschaffen, der in Amerika eine geradezu unvorstellbare Verbreitung erreicht hat. Die ersten Wagen waren zweiachsig mit 30 bis 40 Plätzen; heute verkehren selbst vierachsige Einmannwagen, bei denen allerdings mitunter zu Zeiten des Stoßverkehrs ein Schaffner mitfährt. Die durch das Lösen der Fahrscheine beim Einmannwagen hervorgerufene Verzögerung wird durch die dichtere Wagenfolge und die hierdurch entstehende Wartezeitersparnis bei mittleren Großstädten mehr als ausgeglichen.

In Amerika bestehen wie auch hierzulande schon lange Bestrebungen, das Wagengewicht durch Verwendung von Leichtmetall herabzusetzen. Für jedes Kilogramm durch Leichtmetall erspartes Wagengewicht erhöhen sich die Wagenkosten um etwa 2 RM. Zur Zeit geht daher ein Kampf zwischen Sonderstahl und Leichtmetall vor sich. Die Gewichtsersparnis bei Leichtmetallkonstruktion beträgt 10 bis 15 %. Nach amerikanischem Prinzip und von amerikanischen Firmen sind die Straßenbahnanlagen in Mailand und Turin umgebaut worden, ein Umbau, welcher sich auf etwa 120 Mill Lire[1]) stellt. In Chikago sind im Wettbewerb der Firmen Brill und Pullman mehrere Probewagen gebaut worden, welche eine Anfahrbeschleunigung von 1,5 m/s² und Bremsverzögerung von 3 m/s² ermöglichen. Der Fahrschalter in der bisherigen Form fällt dabei weg und wird durch einen besonderen Steuerapparat ersetzt, an dem die hohe Zahl der Kontakte (65 Stück) auffällt. Während Brill hydraulische Bremse neben Wirbelstrom- und magnetischer Bremse benutzt, verwendet Pullman die auch in Europa übliche elektrodynamische Bremse zusammen mit Schienenbremse und Druckluftbremse. Die vorgeschlagenen neuen Wagen für die Stockholmer Straßenbahn müssen die Bedingung erfüllen, daß sie auf den Stadtlinien bis zu ihren Endpunkten durchgeführt werden können. Dies legt der Bauform gewisse Bedingungen auf und verlangt aber auch auf der anderen Seite den Umbau einzelner Gleisstrecken mit Rücksicht auf die Abmessungen der Wagen. Verschiedene Bremsmethoden und die Stromrückgewinnung werden erwogen. Die jährliche Kostenersparnis mit den neuen Wagen wird auf 1,6 Mill Kr[2]) berechnet. Das durch die Ersparnisse frei werdende Personal wird auf den neu zu bauenden Vorortbahnen eingesetzt werden. (J. Körner, Tekn. T. Bd. 64, H. 40, Abt. Elektr. S. 145.) *Kur.*

Dieselelektrische Triebwagen der französischen Nordbahn. — Seit Juli 1934 stehen auf der französischen Nordbahn zwei dieselelektrische Züge im Betrieb. Sie durchfahren einschl. 3 Aufenthalte die 258 km lange Strecke Paris—Lille in 2 h 45 m. Bei Versuchsfahr-

[1]) 100 Lire = 20,58 RM.
[2]) 100 schwed. Kr = 61,69 RM.

Digitized by Google

ten wurden 160 km/h erreicht, im Betrieb überschreitet man jedoch nicht 140 km/h. Jeder Zug besteht aus 2 Trieb- und einem Beiwagen, der bei schwachem Verkehr auch ausgekuppelt werden kann (Abb. 10). Jeder Triebwagen enthält am Führerstandende einen 410 PS-Dieselmotor von 1400 U/min mit Generator, im anderen Drehgestell je zwei Fahrmotoren gewöhnlicher Tatzlagerbauart und wiegt betriebsfertig 44 t. Die äußere Form des Wagens wurde auf Grund besonderer Modellversuche für niedrigsten Luftwiderstand

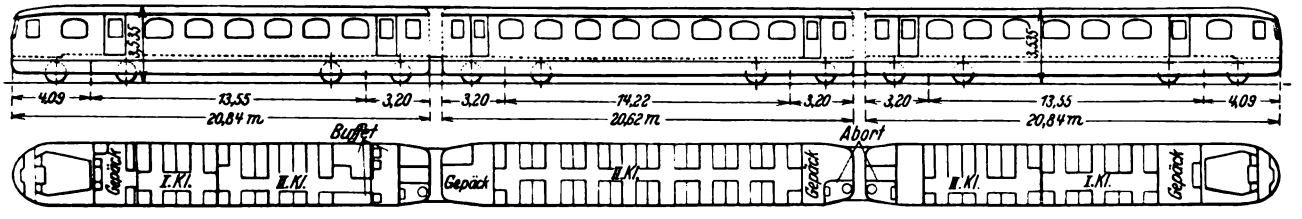


Abb. 10. Dieselelektrischer Triebwagenzug

also nach sog. Stromlinien entwickelt. Sie ähnelt daher der des deutschen Schnelltriebwagens Berlin—Hamburg. Bis auf den Unterschied, daß je Generatorsatz 2 statt eines Fahrmotors vorhanden sind, gleicht die elektrische Ausrüstung nahezu in allen Einzelheiten der des genannten Reichsbahn-Schnelltriebwagens. Sie wurde auch wie diese von den Siemens-Schuckertwerken geliefert. Den Wagenteil erbaute die Soc. Franco-Belge in Raismes, den Dieselmotor lieferte Maybach. Der gute Erfolg der Züge veranlaßte die Nordbahn, neuerdings weitere Wagen in Auftrag zu geben, die jedoch unter Anlehnung an das deutsche Vorbild nunmehr vollkommen in Frankreich gebaut werden. (Génie civ. Bd. 105, S. 229.) *Tf.*

Beschleunigung der Personenzüge auf den Nebenstrecken der französischen Nordbahn. — Der heutige Kampf gegen neuartige Verkehrsmittel zwingt die Bahnverwaltungen dazu, auch auf Strecken von untergeordneter Bedeutung den Betrieb völlig umzustellen. Erreicht werden kann eine Verbesserung sowohl durch Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit als auch durch Herabsetzung der Dauer und Zahl der Zwischenaufenthalte. Doch lassen sich diese Maßnahmen nicht immer ebenso einfach in die Tat umsetzen, besonders dann nicht, wenn mit den vorhandenen Fahrzeugen und Anlagen ausgekommen werden muß, also wenn keine wesentlichen Mittel für Verbesserungen verfügbar sind.

Auf Grund des Gutachtens einer Kommission aus 3 ihrer leitenden Beamten hat u. a. auch die französische Nordbahn den Betrieb auf ihren Nebenstrecken nach ähnlichen Gesichtspunkten vollkommen umgestellt. Die erste Änderung im Oktober 1932 umfaßte 1600 km Strecken mit 281 Zügen und 16 072 Zugkm täglich, während für die restlichen 1300 km Strecken mit 463 anderen Zügen entsprechend 12 057 täglichen Zugkilometern im Mai 1933 ein neuer Fahrplan in Kraft trat. Hierbei konnten auch schon infolge der kurzen Umstellungszeit weder stärkere Lokomotiven noch Triebwagen oder Schienenkraftwagen zur Beschleunigung bzw. Verdichtung der Fahrpläne eingesetzt werden. Es mußten vielmehr auch alle einschränkenden Bedingungen, die sich aus der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und den besonderen Verhältnissen der einzelnen Strecken ergaben, voll beachtet werden.

Ein besonders lehrreiches Beispiel für die Umstellung zeigte die Strecke Beauvais—Amiens dieser Gesellschaft. Bei einer Entfernung der beiden Städte von 68 km wurde diese eingleisige Strecke vorher durch täglich 3 Zugpaare in der kürzesten Zeit von 2 h 24 min zurückgelegt entsprechend einer Reisegeschwindigkeit von nur 27 km/h. Unter Überwindung von Steigungen bis 12 ‰ mußte dabei unterwegs nicht weniger als 24mal — also im Mittel alle 2,8 km — angehalten werden, wobei selten mehr als 60 km/h Höchstgeschwindigkeit erreicht wurden. Ein derartig kurzer Stationsabstand legte naturgemäß der Entfaltung höherer Geschwindigkeiten starke Fesseln an, sofern nicht die Anhängelasten der Züge selbst erheblich gedrosselt und der Leistungsfähigkeit der vorhandenen Lokomotiven entsprechend angepaßt wurden. Gesetzlich war als Höchstgeschwindigkeit für die betreffende Strecke 80 km/h zugelassen; es kam also darauf an, diese möglichst überall voll auszunutzen, zumal auch die alten Dampflokomotiven für ungefähr die gleiche Endgeschwindigkeit gebaut waren.

Besondere Versuche hatten gezeigt, daß ein Zug von 100 t Anhängegewicht in der Waagerechten nach Zurücklegung einer Wegstrecke von 1500 m in 2 min 15 s die verlangte Geschwindigkeit erreichen konnte, und daß umgekehrt aus 80 km/h ein Bremsweg von 400 bis 500 m nötig war. Wesentlich ungünstigere Werte ergaben sich bereits für die Beschleunigung von Zügen über 125 t Anhängelast. Aus diesem Grunde wurden sämtliche Zugbildungspläne genau durchgeprüft und überall die nicht unbedingt nötigen Wagen rücksichtslos aus den betr. Zügen entfernt, wobei gleichzeitig der nötigen Bremsbesetzung für die höhere Geschwindigkeit von 80 km/h Rechnung getragen wurde. Als Maßnahme für die Herabsetzung der Wagenzahl kamen in Frage: Ersatz von 2 Wagen verschiedener Wagenklassen durch einen Wagen gemischter Bauart, Wegfall des früher nötigen zweiten Packwagens und Einsatz eines vereinigten Pack- und Personenwagens unter Wahrung möglichster Einheitlichkeit der Zusammensetzung. Auf diese Weise gelang es der Nordbahn, für ihr gesamtes Lokalbahnnetz nicht weniger als 494 Züge auf ein Gewicht unter 100 t herabzusetzen; nur 234 Züge mußten über dieser Grenze bleiben und erreichten im Höchstfall 150 t.

Bauliche Verbesserungen an der Strecke, wie Ausgleich scharfer Krümmungen, mußten so gut wie unterbleiben, einmal wegen der erheblichen Kosten, dann aber auch mit Rücksicht auf die Kürze der zur Verfügung stehenden Umstellungszeit. Lediglich an Stellen, wo Geschwindigkeitsbeschränkungen auch weiterhin nötig blieben, wurden gut sichtbare Merkzeichen aufgestellt, an denen sich das Lokomotivpersonal leichter zurechtfinden sollte. Auch die Bremswege, d. h. die Punkte, an denen die Betriebsbremsung aus der Höchstgeschwindigkeit einzusetzen hatte, wurden besonders markiert sowie die Beleuchtung der Bahnhofsanlagen verbessert. Einige Langsamfahrstellen konnten nach örtlicher Feststellung ohnehin beseitigt werden.

In betrieblicher Hinsicht gelang es, die Aufenthalte an den normalen Unterwegsbahnhöfen auf 30 s herabzusetzen. Übergangszeiten bei Anschlüssen konnten auf 5 min gekürzt werden. Ferner wurden im gesamten Nordbahnnetz 23 Haltepunkte gänzlich aufgehoben, deren Beibehaltung in der heutigen Zeit des Kraftwagens und anderer Verkehrsmittel nach Ansicht der Verwaltung nicht mehr berechtigt erschien. Für die erwähnte Strecke Beauvais—Amiens, bei der 2 Haltepunkte wegfallen konnten, ergab sich damit eine Kürzung der Summe sämtlicher Aufenthalte von 38 auf 19 min.

Als Einschränkungen aus früherer Zeit bestanden auch die Vorschriften über das langsamere Befahren doppelter Kreuzungsweichen bei Abzweigung und über die Kreuzungen von Zügen auf Unterwegsbahnhöfen. Durch entsprechende Maßnahmen — wie Beschränkung der Kreuzungen auf möglichst wenige bestimmte Bahnhöfe, Änderungen der Bahnhofsfahrordnung — ließen sich auch diese Nachteile mildern.

Wesentlich und unerläßlich für das Gelingen der Umstellung war jedoch eine genaue Durchrechnung der Fahrzeiten, deren Übereinstimmung mit der Wirklichkeit auch praktisch nachgeprüft wurde. Auf die allgemein üblichen Fahrzeitzuschläge wurde sogar grundsätzlich verzichtet. Vielmehr ging man von dem Standpunkt aus, daß auf Nebenbahnen Verspätungen sehr selten sind und es daher richtiger erscheint, für den normalen Betrieb gleich die Bestfahrzeit, d. h. die kürzeste Fahrzeit einzusetzen. Nachdem in der ersten Umstellungszeit noch einige Schwierigkeiten aufgetreten waren, sind diese heute überwunden. Der Erfolg ist immerhin eine Verkürzung von 20 bis 30 % gegenüber den früheren Fahrzeiten, wie aus Zahlentafel 1 hervorgeht, in der außer der erwähnten Strecke Beauvais—Amiens auch noch einige andere Linien der französischen Nordbahn aufgeführt sind.

Digitized by Google

Zahlentafel 1.

Strecke	Fahrzeit früher min	Reisegeschwindigkeit früher km/h	Fahrzeit jetzt min	Reisegeschwindigkeit jetzt km/h	Fahrzeitverkürzung %
Beauvais—Amiens	134	31	94	43	29,8
Amiens—Rouen .	210	33	156	45	25,7
Etaples—St. Pol .	109	33	85	43	22,0
St. Pol—Arras. . .	70	33	55	42	21,4

Als wesentlicher weiterer Vorteil der Fahrzeitkürzungen konnten gegenseitige Anschlüsse, die vorher nicht bestanden, von einer Linie auf die andere neu geschaffen werden.

Immerhin muß trotz dieser guten Erfolge, die allein unter Verwendung der alten Betriebsmittel erzielt wurden — auch nach eigener Ansicht der Verwaltung der Nordbahn — die Betriebsform mit leichten Dampfzügen als heute überholt angesehen werden, besonders für die schwächer befahrenen Nebenstrecken. Abgesehen von den weit höheren Betriebskosten — Dampfzug mit 11 bis 12 Fr gegen Triebwagen mit nur 4 Fr je km — verlangt die Öffentlichkeit dringend außer einer weiteren Beschleunigung auch die Verdichtung des heutigen Fahrplans. Hier kann, wo Stromzuführungen noch nicht vorhanden, allein der Einsatz von Triebwagen — zweckmäßig solcher mit eigener Kraftquelle (Akkumulatoren oder Dieselmotor mit elektrischer Übertragung) — auch wirtschaftlich zum Ziel führen. Trotzdem bleibt der Weg, den die französische Nordbahn seinerzeit eingeschlagen hat, in jeder Hinsicht nachahmenswert. (M. Barret, Rev. gén. Chem. de Fer Bd. 52, S. 3.)

W. R.

Elektromechanische Lüftung amerikanischer Eisenbahnwagen. — Die New-Yorker, New Haven and Hartford-Gesellschaft haben verschiedentlich in Eisenbahnwagen eine elektromechanische Luftreinigungsanlage eingebaut. Das Lüftungssystem, bestehend aus einem Elektromotor, einem Lüfter für den Luftumlauf, einer Kühl- und einer Wärmeschlange, Frischluft- und Wagenluftfilter, ist in den Aufbauten des Wagendaches untergebracht. Die gereinigte Luft wird in der Wagenmitte nach zwei Seiten gleichmäßig verteilt. Je Wagen besteht das Lüftungsystem aus zwei Lüftergruppen, die mittels Keilriemen gemeinsam von einem Motor angetrieben werden. Die Lüfter saugen Frischluft von außen durch einen Filter an und gleichzeitig Luft aus dem Wageninnern durch einen zweiten Filter. Die so angesaugte Luft (Frischluft und Wagenluft) wird entsprechend der Mischtemperatur gekühlt oder erwärmt und durch einen besonders ausgebildeten Verteiler dem Wageninneren wieder zugeführt, derart, daß der Wagen bis in die Ecken belüftet wird, ohne daß ein „Zug" fühlbar ist. Minütlich werden etwa 70 m³ Luft in Umlauf gebracht, von denen 18 m³ von außen angesaugt werden. Mit Hilfe eines Temperaturreglers wird die Lufttemperatur überwacht und die Kühleinrichtung zu- oder abgeschaltet. Bei sehr kaltem Wetter aber wird die von außen angesaugte Luft in Wärmeschlangen vorgewärmt. Das Kühlsystem, bestehend aus einem Kompressor, Kondensator usw., ist unter dem Wagen angebracht. Die notwendigen Rohrleitungen zum Luftreiniger sind in der Wagenabdeckung verlegt. Für den gesamten Kraftbedarf (Beleuchtungs- und Luftreinigungsanlage mit der Kühleinrichtung) ist zu einem normal vorhandenen 4 kW-Generator ein 15 kW-Generator (375 A bei 40 V) eingebaut. Bei Stillstand liefert eine 1000 Ah-Batterie von 16 Zellen den Strom. Der Antrieb des 15 kW-Generators erfolgt über einen Keilriemen und ein Getriebe von der Wagenachse aus. Der Getriebekasten ist schwenkbar angeordnet, so daß unter dem Zug einer Feder die erforderliche Riemenspannung aufrechterhalten wird. Die auf der Wagenachse sitzende Riemenscheibe ist geteilt und unter Zwischenschaltung eines Gummibandes befestigt, welches stoßdämpfend wirkt. (Rly. Age Bd. 97, S. 259.) *Hmn.*

Leichte Wagen für die Hoch- und Untergrundbahn New Yorks. — Kürzlich sind bei der New York Rapid Transit Corporation 2 Fünfwagenzüge in den Dienst gestellt worden, die in vieler Beziehung bemerkenswerte Ausführungseinzelheiten aufweisen. Der Fünfwagenzug, der über 51 m lang ist, bietet 170 Personen Sitzplätze und 470 Personen Stehplätze und wiegt ohne Fahrgäste etwa 72 500 kg. Es werden also je Fahrgast nur etwa 113 kg Zuggewicht benötigt. Die 5 Wagen ruhen auf 6 Drehgestellen, wobei die 4 mittleren Drehgestelle immer je 2 Wagen miteinander verbinden. Das Gesamtgewicht der Drehgestelle einschließlich Bremsen und Motoren beträgt rd. 33 000 kg, also etwa 45 % des gesamten Zuggewichtes. Die Seitenwände und das Dach des Wagens bestehen aus rostfreien Stahlblechen, die eine Stärke von ¼ bis 1¼ mm haben, im übrigen sind weitgehend Leichtmetalle verwendet worden. Der Fünfwagenzug wird von 12 Leichtgewichtsmotoren zu je 70 PS für 300/600 V angetrieben. Das Drehmoment des im Drehgestell eingebauten Motors wird über eine elastische Kupplung und ein Zahnradgetriebe dem Treibrad übermittelt. Auf der Motorwelle sind noch eine Wirbelstrombremse und eine mit Druckluft betätigte Scheibenbremse angebracht. Einschließlich dieser auf der Motorachse angebrachten Bremsteile wiegt ein Motor etwa 750 kg, während das Zahnradgetriebe (89 : 15) nebst Kupplung ein Gewicht von etwa 280 kg erreicht. Die Bremswirkung der Wirbelstrombremse nimmt mit sinkender Geschwindigkeit des Zuges ab. Bei etwa 13 km/h werden die Luftdruckbremsen selbsttätig in Gang gesetzt. Die für den Fünfwagenzug erforderliche Luft wird durch 3 Verdichter erzeugt, die, wie auch viele andere Apparate des leichteren Gewichtes wegen, aus Aluminium hergestellt sind. Auf jeder Seite des Fünfwagenzuges befindet sich ein von Hand betätigter Steuerschalter, der für selbsttätige Steuerung der Motoren bestimmt ist. Die Ein- und Ausschaltung der 254 Anfahrstufen bei vollem Feld und der 38 Stufen bei geschwächtem Feld wird durch ein besonderes Schaltwerk bewerkstelligt. Mit Hilfe eines kleinen Motors werden Kontaktbürsten über einen feststehenden Kommutator hinweggeführt. Jedem Segment des Kommutators entspricht eine Schaltstufe. Durch die außergewöhnlich große Stufenzahl wird ein völlig stoßfreies Anfahren bei einer durchschnittlichen Beschleunigung von 1,34 m/s² erreicht. Bei Versuchsfahrten hat man die Anfahrbeschleunigung bis zu 2¼ m/s² gesteigert, ohne daß von den Mitfahrenden irgendwelche Stöße bemerkt wurden. Die Lüftung der Wagen geschieht durch elektrisch angetriebene Lüfter; im Winter werden die Wagen elektrisch geheizt. Die neuen Wagen erreichen eine Höchstgeschwindigkeit von etwa 88½ km/h und erhöhen somit die bisher von den alten Wagen erreichte Reisegeschwindigkeit nicht unwesentlich. Eine Strecke von 18,2 km, die 32 Haltestellen aufweist, wurde in 36 min durchfahren. Dies entspricht einer Reisegeschwindigkeit von etwa 30 km/h, während die alten Züge für dieselbe Strecke nur 22 km/h erreichten. (W. D. Bearce, Gen. electr. Rev. Bd. 37, S. 407.) *Hs.*

Elektrisierung der Vorortstrecke Moskau—Obiralowka. — Mit der Elektrisierung der Vorortstrecken der Kursker Eisenbahn wurde bereits Ende 1932 angefangen, so daß im März 1933 der erste zweigleisige Abschnitt Moskau—Obiralowka von 23,6 km in den elektrischen Betrieb genommen werden konnte[1]). Für die Strecke war zunächst nur ein Unterwerk mit zwei Quecksilber-Dampfgleichrichtern für insgesamt 2230 kW vorgesehen. Im Juni 1933 wurde das zweite Unterwerk mit einem Gleichrichter von 1115 kW in Betrieb genommen und im August ein weiterer Gleichrichter für dieselbe Leistung aufgestellt. Nachträglich wurde die Leistung der beiden Unterwerke auf insgesamt 5775 kW erhöht. Zwei weitere Gleichrichter werden zur Zeit noch aufgestellt. Die Gesamtlänge der verlegten Fahrleitung beträgt 75 km. Hierzu kommen noch 12 km des neuerdings elektrisierten Abschnittes Reutowo—Balaschicha. Auf Grund der gesammelten Erfahrungen bei der Elektrisierung der anderen Eisenbahnen konnten die Umbauarbeiten auf dieser Strecke in außerordentlich kurzer Zeit von 2 Monaten durchgeführt werden. Die Fahrleitung ist als Kettenfahrleitung ausgeführt mit einem Kupferdrahtquerschnitt von 100 mm² und einem Trag-Stahldrahtquerschnitt von 80 mm². Als Stützpunkte für die Fahrleitung dienen Holzmasten. Auf der Strecke verkehren Triebwagenzüge, die aus je 2 Einheiten mit je einem Motorwagen und je 2 Beiwagen bestehen und mit Gleichstrom 1500 V betrieben werden. Jeder Motorwagen ist mit 4 Tatzenlagermotoren von je 100 kW ausgerüstet, von denen immer 2 Motoren in Reihe an 1500 V liegen. Die Hilfsmotoren und die Heizung sind direkt an die Fahrdrahtspannung angeschlossen. (Elektrifikazija shelesno-doroshnogo transporta 1934, H. 7, S. 5.) *Brr.*

Bergbau und Hütte.

Abbrandverhältnisse in basischen Lichtbogen-Elektrostahlöfen. — Die Untersuchungen wurden an einer Reihe von Legierungstählen angestellt. Untersucht wurden Umschmelzchargen aus reinem, unlegiertem Ein-

[1]) ETZ 55 (1934) S. 470.

Digitized by Google

satz und Ferrolegierungen oder Metall, dann Aufbauchargen mit unlegiertem Einsatz und nachgesetzten Legierungen, schließlich Umschmelzchargen aus Abfällen von legiertem Einsatz bekannter Zusammensetzung. Dabei wurde der Abbrand von Wolfram, Molybdän, Vanadin, Chrom, Mangan, Nickel und Kobalt untersucht. Die Ofenanlage bestand aus 3 basischen Héroult-Öfen von 5 bzw. 7 bzw. 8 t Inhalt. Erzeugt wurden Werkzeugstahl mit 1 bis 2 % Wolfram, Magnetstahl mit rund 6 % Wolfram, Schnelldrehstahl mit 18 % Wolfram, Chrom und Chrom-Nickel-Molybdän-Einsatzstähle mit 0,15 % bis 0,25 % Molybdän, Stähle mit 0,5 % Molybdän, Schnelldrehstahl mit 0,6 % Molybdän, Kobalt-Magnetstahl mit 1 % Molybdän, Werkzeugstähle mit 0,15 % Vanadin und mit 0,3 bis 0,5 % Vanadin, Kugellagerstahl, Magnetstahl, rostfreier Stahl und zundersicherer Stahl mit verschiedenen Chromgehalten, verschiedene Mangan-Hartstähle und eine Reihe von nickellegierten Stählen, dann Schmelzungen mit 25 % Kobalt u.a.m. Nach den Ergebnissen unterliegt Wolfram am stärksten dem Abbrand, dann folgen Nickel und Kobalt, hierauf Chrom. Es wurde weiter ermittelt, daß die festgestellten Werte für den relativen Abbrand bei jedem Metall in bestimmten Grenzen streuen. Stellt man die ermittelte Streuung der auf Grund der üblichen Analysengrenzen errechneten zulässigen Streuung gegenüber, so sieht man, daß bis auf Nickel (für Umschmelzchargen) die ermittelte Streuung in der Regel unterhalb der zulässigen Streuung liegt, so daß bei Berücksichtigung der bei diesen Versuchen erhaltenen Ergebnisse die vorgeschriebenen Analysengrenzen mit Sicherheit eingehalten werden können. Auf Grund dieser im Stahlwerk der Deutschen Edelstahlwerke AG. Krefeld ausgeführten Untersuchungen ist man dort heute in der Lage, den Abbrand und somit die Streuungsgrenzen bei der Erzeugung legierter Stähle in basischen Lichtbogenöfen auf ein Mindestmaß herabzudrücken. (E. Pakuleu. K. Rudnik, Stahl u. Eisen Bd. 54, S. 622 u. 676.) *Kp.*

Der Hochfrequenz-Induktionsofen in der Gießerei. — Der Hochfrequenz-Induktionsofen ist vor allen Dingen ein Umschmelzofen, in den man nur saubere, nicht verrostete Einsätze einbringen darf. Durch Einführung kalter Einsätze während der Schmelzung behält das Bad Schmelztemperatur. Einige Minuten Überhitzung genügen nach dem vollständigen Einschmelzen des Einsatzes für die Erreichung einer günstigen Gießtemperatur. Das Einschmelzen von Monel-Metall, also eines Metalles, das in anderen Öfen nur unter besonderen Vorsichtsmaßregeln niedergeschmolzen werden kann, ist im Hochfrequenz-Induktionsofen einfach, ebenso das des Siliziumstahles. Es ist dabei keine Oxydation zu befürchten, auch keine aufgelösten Gase, so daß die in die Formen gegossenen Stücke risse- und blasenfrei sind. Wenn man Wert auf eine Überhitzung legt, so läßt sich diese leicht durchführen, wie z. B. bei der Erzeugung eines Gußeisens mit 14 % Silizium, in welchem Falle man das Bad unter einer Glasdecke auf 1800 ° überhitzt. Der leicht zu bedienende Ofen führt zu Gußstücken von hochwertiger Beschaffenheit, und zwar gilt dies für alle Arten von Stahlguß, Gußeisen, Sonderlegierungen, Nickelchrom, Nickel allein, Monel-Metall usw. Das Niederschmelzen von weichem Stahlschrott mit Feinung unter Luftzufluß während etwa 10 min bei 1800 ° bewirkt eine Erniedrigung des Kohlenstoffgehaltes auf einige Hundertstel Prozent und führt zu einem besonders weichen, mangan- und siliziumfreien Stahl von einer Beschaffenheit, die sonst schwer zu erhalten ist und die nach Desoxydation durch Aluminium geeignet ist zum Gießen von Gehäusen von Dynamomaschinen und Verzinkungsbehältern. Der so erhaltene Werkstoff ist praktisch reines Eisen und für zahlreiche Verwendungsgebiete geeignet. Durch Zusatz von Nickel und Chrom erhält man einen rostfreien Stahl erster Güte. Der Hochfrequenzofen erweist sich als besonders geeignet für die Verwertung von Abfällen der verschiedensten Arten, wie von rostfreiem Stahl, Monel-Metall, Wolfram-Stählen, also von Werkstoffen, die im Handel zu einem verhältnismäßig günstigen Preis zu haben sind, weil sie sich in anderen Öfen nur schwer umschmelzen lassen. Sondergußeisen, wie perlitisches und austenitisches Gußeisen, können auf synthetischem Wege erzeugt werden, wenn man von billigen Rohstoffen ausgeht und die Kohlung vermittels Anthrazites vornimmt, das auf den Ofenherd mit siliziumreichem Roheisen aufgebracht wird. Dazu kommen Stahlspäne und schließlich gegebenenfalls die Nickel- und Chromzusätze. Der Kohlenstoff wird auf die Weise ganz gelöst und steigt auf die Oberfläche, wo er sonst verbrennen würde. Eine schließliche Überhitzung sichert seine vollkommene Auflösung und Graphitisierung in feine, fast kolloidale Körner, die das perlitische Gußeisen kennzeichnen. Hierzu kann man fast 75 % Stahlspäne verwenden, während der Rest aus Roheisen mit 10 bis 12 % Silizium besteht. Der billige Einsatz gleicht die Stromausgaben reichlich aus. In einer kleinen Gießerei, die mit einem Ofen von 180 kVA und 250 kg Inhalt arbeitet, beträgt der Kraftverbrauch etwa 800 kWh/t für die Erzeugung von Stahlguß und etwa 750 kWh/t für die von Gußeisen. Die Betriebskosten einschließlich der Tilgungskosten für die Anschaffung sind vergleichbar mit den Ausgaben für einen elektrischen Lichtbogenofen. Hervorzuheben sind vor allem die Einfachheit und Anpassungsfähigkeit des Ofenbetriebes und ein äußerst geringer Abbrand an Metall während der Schmelzung. (L. Leprévost, Rev. Fond. mod. Bd. 28, S. 351.) *Kp.*

Die Erzeugung von Schwarzguß im elektrischen Ofen. — Versuche, den Tempervorgang bei der Erzeugung hochwertigen Schwarzgusses zu beschleunigen, waren von Erfolg gekrönt. Die Temperzeit konnte dabei auf 6 bis 12 h bei einer Temperatur von 950 ° gekürzt werden, wobei man zum Tempern die Gußstücke nicht einzupacken brauchte, sondern sie einfach auf dem Herd eines gewöhnlichen Glühofens der Art, wie man sie in Stahlgießereien zum Glühen von Stahlguß verwendet, anordnete. Dieser Erfolg in der Erzeugung eines hochwertigen Tempergusses unter gleichzeitiger wesentlicher Verkürzung der Temperzeit wird dem Umstande zugeschrieben, daß die Zubereitung des Bades und des Gusses im elektrischen Ofen erfolgte. Die ganze Technik der Zubereitung eines geeigneten Bades beruht lediglich auf dem Studium des Zementits und seiner Zersetzung in Eisen und Kohlenstoff. Die Kohlung im Bad läßt sich nur innerhalb eines engen Temperaturbereiches durchführen, und nur der elektrische Ofen gestattet es, diese Voraussetzungen zu meistern und treffsicher regelmäßig zu erfüllen. Der dabei erhaltene Gehalt an Kohlenstoff ist dann der Art, daß sich während des Glühens bei 950 ° die Ausscheidung der Temperkohle sehr leicht vollziehen läßt. Die Zersetzung des Zementits in diesem Sinne erfolgt unter besonders günstigen Bedingungen, wenn der Kohlenstoffgehalt sehr niedrig ist. Bei Verwendung des elektrischen Ofens für diese Zwecke geht man von Schrott und Legierungen aus, die die Erzielung einer bestimmten chemischen Zusammensetzung ermöglichen, namentlich bezüglich des Gehaltes an Kohlenstoff, Silizium und Mangan. Der erzeugte Temperguß zeigt einen sauberen, vollkommen schwarzen Bruch. (M. Guédras, Rev. Fond. mod. Bd. 28, S. 359.) *Kp.*

Landwirtschaft.

Der elektromotorische Antrieb in der Landwirtschaft. — An und für sich liegt der Energiebedarf landwirtschaftlicher Betriebe fest und ist durch die bestehende Wirtschaftsart gegeben. Bei einem flächenmäßigen Anbauverhältnis von etwa ⅔ Getreide und ⅓ Hackfrucht und Futter, wie er in kleinen und mittleren Betrieben Norddeutschlands vorherrschend ist, wird der größte Teil der erforderlichen Kraft zum Dreschen des Getreides gebraucht; größenordnungsgemäß tritt dahinter der Bedarf für Futterschneiden, Schroten, Wasserpumpen und andere kleine Hofarbeiten zurück. Da Umstellungen in der Wirtschaftsweise — z. B. auf wesentlich höheren Viehbesatz und Einschränkung des Getreidebaues — nur selten zweckmäßig sind, und auch dann nur Schritt für Schritt im Laufe mehrerer Jahre vorgenommen werden können, kann sich auch der Energiebedarf im Gegensatz zu industriellen Betrieben, in denen oft schnellere und radikalere Umstellungen möglich sind, nur wenig ändern.

Wesentlich interessanter ist aber die Frage, welche Energiequellen dem Landwirt zur Verfügung stehen und welche von ihm bevorzugt werden, und hiermit befaßt sich auch die Untersuchung von Philippi. Dem Bauern stehen vornehmlich fünf Energiequellen zur Verfügung: Die menschliche Arbeitskraft, das Zugvieh, die Lokomobile, der Verbrennungs- und der Elektromotor. Wenn die Stückzahl der in der Landwirtschaft betriebenen Elektromotoren von 1925 bis 1933 um 56 % auf 1 169 841 gestiegen ist[1]), so zeigt sich darin, daß der Bauer die Annehmlichkeiten des elektrischen Antriebes sehr hoch einschätzt und daß er in Versorgungsbezirken mit hoher Grundgebühr bestrebt ist, seinen Anschluß möglichst günstig auszunutzen. Trotzdem ist aber auch die Zahl der Verbrennungsmotoren im Verhältnis zu den Elektromotoren gestiegen. Es wird sich dabei um Betriebe handeln, für die die Anschaffung eines Verbrennungsmotors auch bei geringer jährlicher Be-

[1]) Vgl. a. ETZ 56 (1935) S. 354.

Digitized by Google

triebstundenzahl noch billiger ist als die Errichtung neuer elektrischer Anlagen, die zunächst erhebliche Investitionskosten verursachen, also in erster Linie um Betriebe im dünn besiedelten Osten, in abgelegenen gebirgigen Gegenden und ähnliche. Bei den beschafften Elektromotoren dürfte es sich vielfach um solche handeln, die zur Erleichterung der menschlichen Arbeit dienen; dafür spricht auch die Tatsache, daß die Zahl der Motoren größer ist als die Zahl der Motoren verwendenden Betriebe und der Anschlußwert der Motoren: 80 % aller Motoren haben weniger als 6 PS. Die Zahl der größeren Motoren, die den Dreschkasten treiben können, scheint nicht im gleichen Maße gewachsen zu sein, denn es wird festgestellt, daß 1933 noch 24 % der Dreschmaschinen durch Göpel, also Pferdekraft, angetrieben werden. Diese Zahl scheint übrigens auch dem, der die landwirtschaftlichen Verhältnisse kennt, sehr hoch, und es wäre daher interessant, festzustellen, wie hoch der Prozentsatz des Göpeldrusches, nicht bezogen auf die Zahl der Maschinen, sondern auf die ausgedroschene Getreidemenge ist. Hier ist der Prozentsatz entschieden wesentlich geringer zugunsten des größeren Elektromotors, aber auch zugunsten der Lokomobile und des größeren Dieselmotors, die zwar zahlenmäßig nicht $^1/_{10}$ der Elektromotoren ausmachen, mengenmäßig aber wohl wesentlich mehr, da es sich hauptsächlich um Maschinen von 30 PS und mehr handelt, die auf den größeren Betrieben auch längere Zeit im Jahre arbeiten als die kleineren Maschinen auf kleineren Betrieben. Beispielsweise drischt ein 250 Hektar-Betrieb 250 bis 300 t Getreide in 20 bis 30 Tagen mit einem 20 bis 30 kW-Motor, während ein 15 Hektar-Betrieb mit 7,5 kW-Motor bei gleicher täglicher Arbeitszeit etwa 20 t Getreide in 4 bis 6 Tagen drischt.

Für die Elektrizitätswerke bildet diese „Dresch-Spitze" übrigens einen Gegenstand stetiger Sorge: Der Anschlußwert des gesamten Betriebes wird in seiner Höhe bedingt durch die Größe des Dreschkastens; gerade bei kleinen Höfen von 15 bis 20 Hektar — sie bilden flächenmäßig die Hauptzahl der deutschen Betriebe — ist aber der Anschlußwert von 7,5 kW, wie wir eben sahen, nur an 4 bis 7 Tagen im Jahr voll ausgenutzt, in der übrigen Zeit jedoch kaum mit $^1/_{10}$ seiner möglichen Leistung. Diese Entwicklung wurde durch die wirtschaftliche Lage in den vergangenen Jahren auf die Spitze getrieben, weil jeder Bauer unmittelbar nach der Ernte sein Getreide auszudreschen und zu verkaufen gezwungen war, um seine Schulden abzudecken. Heute wirken sich nach den Feststellungen des Berichters die größere Sicherheit und die Getreidefestpreise bereits fühlbar ausgleichend aus und bei den Neuanschaffungen 1934 war bereits eine Bevorzugung kleinerer Dreschmaschinen und damit auch kleinerer Motoren festzustellen. (G. Philippi, Elektr.-Wirtsch. Bd. 34, S. 30.) *v. W.*

Elektrische Antriebe.

Der gittergesteuerte Gleichrichter als Vorsatzgerät zu einem Mehrmotorenantrieb in der Textilindustrie. — Nachdem sich der gittergesteuerte Gleichrichter in den verschiedensten Industriebetrieben als Vorsatzgerät zu Gleichstrommotoren, deren Drehzahl in beliebigen Grenzen praktisch verlustlos geregelt werden soll, bewährt hatte, konnte man dazu übergehen, ihn auch in der Textilindustrie anzuwenden, wo es auf weiteste und genaueste Regelfähigkeit ankommt. So wurde ein gittergesteuerter Gleichrichter zur Speisung eines Mehrmotorenantriebes für eine Vordruck- und Trocknungsmaschine vorgesehen. Da der zu verarbeitende Stoff mittels des Mehrmotorenantriebs durch die Trocknungsmaschine gezogen wird, so müssen sämtliche Motoren im Gleichlauf sein, damit Spannungen innerhalb des Stoffes vermieden werden. Aus diesem Grunde ist es notwendig, daß die Spannung an den Ankern der fünf Maschinen bei einer einmal eingestellten Drehzahl bzw. Durchzugsgeschwindigkeit des Stoffes unverändert bleibt. Eine weitere Bedingung ist dadurch gegeben, daß je nach der Breite und Stärke des Stoffes seine Geschwindigkeit verschieden sein muß, damit er nach Verlassen der Trocknungsmaschine auch tatsächlich von jeder Feuchtigkeit frei ist. Beide Forderungen lassen sich mit dem gittergesteuerten Gleichrichter erfüllen.

Der aufgestellte gittergesteuerte Gleichrichter entspricht in seinem Aufbau und seiner Schaltung im wesentlichen bereits bekannten Ausführungen. Die während des praktischen Betriebes vorgenommenen Messungen an dem gittergesteuerten Gleichrichter bestätigen in jeder Weise die an ihn gestellten Erwartungen. Die Trocknungsmaschine wurde bei diesen Versuchen mit verschiedenen Stoffen beschickt, so daß Ergebnisse bei Verwendung von Cord als schwerem, von Baumwolle als mittlerem und von Kunstseide als leichtem Werkstoff erzielt werden konnten. Bei den einzelnen Messungen, die sich auf einen Geschwindigkeitsbereich von 5 bis 25 m/min beschränkten, wurde u. a. die Gleichspannung in Abhängigkeit von der Durchlaufgeschwindigkeit der oben erwähnten Stoffe ermittelt, wobei sich unabhängig von dem behandelten Stoff für jede eingestellte Gleichspannung eine eindeutige Drehzahl ergab. Als besonderer Vorteil des gittergesteuerten Gleichrichters konnte der äußerst sanfte Anlauf der Arbeitsmaschine beim Anlassen der Motoren mit Hilfe der Gittersteuerung festgestellt werden. In Abb. 11 sind die Strom- und Leistungsaufnahmen des Mehrmotorenantriebes bei verschiedenen Drehzahlen dargestellt, wobei die drei Stoffarten bearbeitet wurden. Die drei Kurven der Stromaufnahme zeigen, daß die verschiedenen Stoffe das von den Motoren abzugebende Moment verhältnismäßig wenig beeinflussen, da der größte Teil desselben zur Überwindung des Reibungsmomentes der Arbeitsmaschine benötigt wird. Die durchgeführten Versuche haben die Betriebstüchtigkeit des gittergesteuerten Gleichrichters in der Textilindustrie erwiesen. *fi*

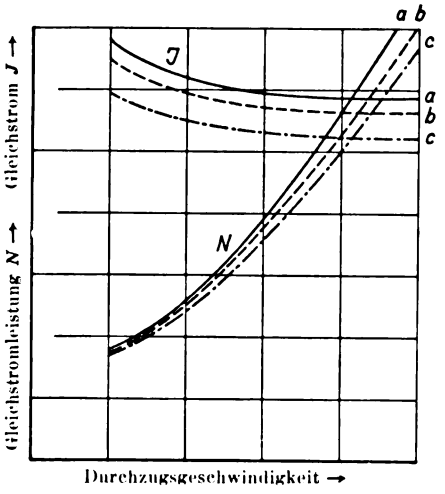


Abb. 11. Strom- und Leistungsaufnahme des Mehrmotorenantriebes bei verschiedenen Werkstoffen.

Fernmeldetechnik.

Technik und Wirtschaftlichkeit des Ausgleichs in Fernsprechkabeln. — Bei hochwertigen Fernsprechkabeln ist die in den Werklängen erreichte Gleichförmigkeit trotz Anwendung äußerster Sorgfalt in allen Stufen der Fabrikation nicht derart, daß man ohne besondere Maßnahmen die für die Gesamtanlage geforderten Werte erreichen kann. Für einen zusätzlichen Ausgleich, der wegen der Empfindlichkeit der Papier-Luftraum-Ader gegenüber mechanischen Beanspruchungen zweckmäßig am verlegten Kabel auszuführen ist, stehen folgende Verfahren zur Verfügung:

1. Das Kreuzungsverfahren,
   a) mit Viererplatzwechsel,
   b) ohne „ „
2. Das Kondensator-Ausgleichsverfahren bzw. die Vereinigung von Kreuzungs- und Kondensator-Ausgleichsverfahren.
3. Der Ausgleich durch Kabel besonderer Bauart.

Zu 1. a) Der Kreuzungsausgleich mit Viererplatzwechsel berücksichtigt in erster Linie die Imviererkopplungen und Betriebskapazitätsschwankungen. Die Teillängen der Spulenfelder werden auf Grund von Kopplungsmessungen und die Spulenfelder werden auf Grund von Betriebskapazitätsmessungen ohne Rücksicht auf die natürliche Anordnung der Vierer im Kabelquerschnitt, jedoch unter Beachtung der Leiter- und Belastungsart zusammengespleißt. Selbsttätig tritt dabei eine Verringerung der Nachbarviererkopplungen ein; ebenso werden jedoch damit die Kopplungen zwischen vielen anderen Kombinationen vergrößert, außerdem werden Fehlerbeseitigungsarbeiten durch die Unübersichtlichkeit der Spleißungen erschwert.

b) Diese Nachteile werden durch den Verzicht auf den Viererplatzwechsel vermieden. Allerdings müssen dann die Kreuzungen nach den günstigsten Nachbar- und Imviererkopplungen erfolgen. Gleichmäßige Betriebskapazität der Leitungen muß bereits die Fabrikation er-

Digitized by Google

geben, und überdies müssen die Längen entsprechend den Lagenmittelwerten der Betriebskapazität zu Spulenfeldern zusammengefaßt und verlegt werden, wie das im deutschen Fernkabelnetz allgemein üblich ist.

Zu 2. Durch den Ausgleich mittels Kondensatoren können grundsätzlich alle kapazitiven Unsymmetrien beseitigt bzw. genügend vermindert werden, ohne die Glattschaltung des Kabels aufzugeben. Es handelt sich dabei um den Ausgleich der Außenunsymmetrien, der Nachbarvierer-, der Imviererkopplungen und der Betriebskapazitätsschwankungen. Besonders großen Näherungen und Parallelläufen der Fernsprechkabel mit Starkstromanlagen wird neben anderen Maßnahmen — wie besonderer Armierung der Kabel zur Erhöhung des Schutzfaktors des Kabelmantels — durch entsprechende Wahl der zulässigen e_a-Kopplungen (Außenunsymmetrien) Rechnung getragen.

Günstiger als das reine Kondensatorverfahren ist die Vereinigung von Kreuzungs- und Kondensatorverfahren, wobei man folgendermaßen vorgeht: In der Spulenfeldmitte werden die Adern der Vierer nach kleinsten Imviererkopplungen gekreuzt. Der Kondensatorausgleich wird dann in der Reihenfolge: e_a-, Nachbarvierer-, Imviererausgleich vorgenommen, damit die Rückwirkung aufeinander praktisch genügend klein ist. Man verwendet dabei außer Einfach- auch Vierfachkondensatoren, wodurch der Kondensatorverbrauch kleiner wird. Für den Gesamtausgleich sind etwa 3 Kondensatoren je Spulenfeld und Vierer erforderlich.

Bezüglich der Gleichmäßigkeit der Betriebskapazität von Spulenfeld zu Spulenfeld wird auf die Ausführungen zu 1 b) verwiesen. Verhindern jedoch z. B. örtliche Verhältnisse die genaue Einhaltung des Regelspulenabstandes, dann kann der Ausgleich der Betriebskapazitäten nach einfachen Regeln durch Kondensatoren erfolgen.

Zu 3. An Stelle der Kondensatoren für den Ausgleich der Betriebskapazitäten hat man Verlängerungs- und Verkürzungskabel entwickelt, welche die 1,9- bis 2,0fache bzw. 0,8fache Betriebskapazität des Normaltyps haben. Je nach den örtlichen Verhältnissen gelangen diese Kabel oder die Ergänzungskondensatoren zum Einbau.

Für den Kopplungsausgleich ist eine besondere Kabelkonstruktion unter der Bezeichnung „Gegenkopplungskabel" (Gkk) herausgebracht worden. Diese Kabel besitzen die gleiche Sprechkreiszahl wie die normalen Kabel. Zwischen den Leitern und der Aderisolation befinden sich Einlagen mit unterteilten leitenden oder halbleitenden Schichten; mittels der an ihnen entlang laufenden Ziehdrähte können die Teilkapazitäten zwischen den Adern in weiten Grenzen geändert werden. Wegen der zu großen Zahl von Teilkapazitäten, die beim Nachbarviererausgleich in DM-Kabeln zu berücksichtigen sind, ist der Ausgleich mit Kondensatoren vorteilhafter als mit Gkk.

Zum Schluß des Aufsatzes wird die Frage der magnetischen Kopplungen zwischen den Sprechkreisen vom Gesichtspunkt der trägerfrequenten Ausnutzung der leicht und sehr leicht belasteten Leitungen behandelt. Bezüglich der Wirkung der magnetischen Kopplungen auf das Nebensprechen sind die Spulenfelder nicht mehr als elektrisch kurz anzusehen, je mehr man sich der Grenzfrequenz nähert. Es werden Formeln angegeben, auf Grund deren die nichtlineare Addition abzuschätzen ist. (K. Dohmen u. G. Pleuger, Europ. Fernsprechdienst 1934, H. 37, S. 219.) *H. Sl.*

Drahtloses Fernsprechen mit Schiffen in See. — Wie der Überseeverkehr wird der drahtlose Sprechverkehr mit Schiffen in See auf große Entfernungen mit kurzen Wellen abgewickelt. Die Empfangsbedingungen des Kurzwellenverkehrs sind bekanntlich abhängig von der Tages- und Jahreszeit und von der Entfernung, so daß jeweils die geeigneten Frequenzen eingesetzt werden müssen. Im Verkehr mit Schiffen in See sind die Betriebsbedingungen noch ungünstiger, weil die Schiffe ihren Standort wechseln. Clifford N. Anderson, New York, hat die Betriebsverhältnisse der drahtlosen Telephonie mit Schiffen in See im Nordatlantik seit 1930 auf den Frequenzen 4000, 9000, 13 000 und 18 000 kHz meßtechnisch untersucht und die Ergebnisse in zahlreichen Diagrammen dargestellt. Die Diagramme für die Jahre 1932/1933 verlaufen ähnlich wie die der Jahre 1930/1931. Wir sind gewohnt, am Tage Frequenzen über, nachts solche unter 10 000 kHz zu verwenden. Obgleich sich die allgemeinen Ausbreitungsbedingungen in einer Periode von mehreren Jahren ändern (11jähriger Sonnenumlauf), ist eine Einwirkung auf die untersuchten Verkehrsverhältnisse nicht zu beobachten gewesen; jedoch werden in Zeiten geringer Sonnentätigkeit die Nachtfrequenzen, bei starker Sonnentätigkeit die Tagfrequenzen begünstigt, während bei stärkster Sonnentätigkeit der Verkehr auf allen Frequenzen verschlechtert wird. (Clifford N. Anderson, Proc. Inst. Radio Engr. Bd. 21, S. 81; Bd. 22, S. 1215.) *Blr.*

Die „Onogo-Uhr". — Um richtige Zeit und einheitliche Zeitanzeige innerhalb eines größeren Gebietes zu erzielen, verwendet man seit langem schon elektrische Uhren, die man zentral von einer Hauptuhr aus steuert. Die Überwachung beschränkt sich bei einer derartigen elektrischen Uhrenanlage auf die Hauptuhr. Sie muß stets genau gehen und ist aus diesem Grunde ständig mit einem Zeitzeichen von zuverlässiger Genauigkeit zu vergleichen. Der Nauener Sender sendet zweimal täglich (um 1 Uhr und um 13 Uhr) ein solches Zeichen drahtlos. Es ist als „Onogo-Signal" (onogo, wegen der beim Senden verwendeten Buchstabenreihe o—n—o—g—o) bekannt.

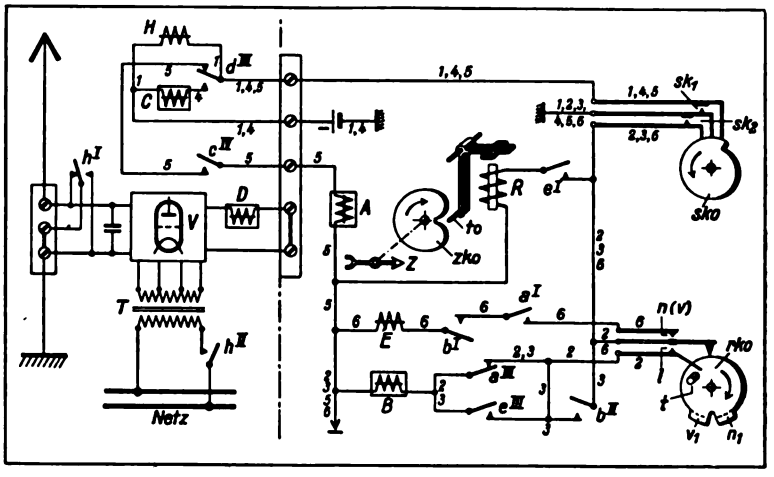


Abb. 12. Vereinfachte Schaltung der Onogo-Uhr.

Es lag nun nahe, den Zeitvergleich und die etwa erforderliche Richtigstellung der Hauptuhr auf drahtlosem Wege und selbsttätig durchzuführen. Zu diesem Zwecke war es jedoch notwendig, die Hauptuhr mit einer Zusatzeinrichtung zum Empfangen des Zeitzeichens und entsprechenden Einregeln der Uhr auszurüsten. Eine Hauptuhr mit einer derartigen Zusatzeinrichtung, die „Onogo-Uhr", enthält einen kleinen Zeitzeichenempfänger und eine einfache Kontaktvorrichtung. Die Empfangseinrichtung, die an eine ausreichende Hochantenne angeschlossen werden muß, nimmt das Zeitzeichen auf und regelt die Hauptuhr nach den Stromstößen des Signals selbsttätig auf genaue Zeit. Die Empfangseinrichtung ist so beschaffen, daß eine Falschregelung durch atmosphärische Störungen so gut wie ausgeschlossen ist. Mit Rücksicht auf die günstigsten Empfangsverhältnisse wird vorteilhaft das Nachtzeichen empfangen, der Vergleich also nachts 1 Uhr vorgenommen. Zum Betätigen des Zeitzeichenempfängers eignet sich der lange Stromstoß des Vorsignals des Zeitzeichens von $0^h 56^m$ bis $0^h 57^m 00^s$. Kurz vor dem Eintreffen des Zeichens wird der Empfänger durch die Kontaktvorrichtung selbsttätig empfangsbereit gemacht, d. h. ein Verstärker eingeschaltet und die Erdung der Antenne aufgehoben bzw. die Antenne einer anderen Empfangseinrichtung auf den Zeitzeichenempfänger umgeschaltet. Nach dem Zeitvergleich werden alle Teile wieder selbsttätig abgeschaltet. An Hand einer vereinfachten schematischen Darstellung (Abb. 12) soll die Arbeitsweise näher erläutert werden.

Die Vorbereitung zum Empfang des Zeitzeichens wird eingeleitet beim Schließen des Einstellkontaktes sk_1 durch die Hauptuhr. Über den Stromkreis *1* wird das Heizrelais *H* erregt, das durch Umlegen von Kontakt h^I die Antenne umschaltet und über Kontakt h^{II} den Spannungswandler *T* an das Netz legt. Die Röhren der Verstärkeranordnung *V* werden angeheizt. Zwei Minuten später schließt die Kontaktanordnung *sko* auch noch den Kontakt sk_2. An die noch offenen Kontakte e^I und b^{II} wird

Digitized by Google

der Pluspol der Batterie gelegt. Die Einstellscheibe *rko*, die auf der Achse des Sekundenzeigers sitzt, schließt mittels des Stiftes *t* vorübergehend den Kontakt *l*. Hierdurch wird über Stromkreis *2* und Kontakt a^{III} das Relais *B* erregt. *B* hält sich über Stromkreis *3* und seinen eigenen Kontakt b^{II}. Der Zeitzeichenempfänger ist empfangsbereit. Geht nun die Uhr um einige Sekunden nach oder vor, dann spielt sich folgendes ab: Die Einstellscheibe *rko* schließt mit Nocken n_1 oder v_1 den Kontakt *n (v)* und bereitet dadurch den Stromweg *6* für den Elektromagneten *E* vor. Das vom Empfänger im nahezu gleichen Zeitpunkt aufgenommene Zeitzeichen erregt Relais *D*, und dieses bringt nun über seinen Kontakt d^{III} und Stromweg *4* das Relais *C* zum Ansprechen. Nach Abbrechen des langen Stromstoßes im Vorsignal des Zeitzeichens fällt Relais *D* wieder ab. Über den noch geschlossenen Kontakt c^{IV} des stark verzögerten Relais *C* und den Ruhekontakt d^{III} erhält das Relais *A* einen Stromstoß über Stromkreis *5*. Auch das Relais *E* zieht jetzt (über Stromkreis *6* und die geschlossenen Kontakte a^{I} und b^{I}) an und schaltet den Einstellmagneten *R* ein. Dadurch gleitet der Stift *to* zwangsläufig in die Einstellscheibe *zko* hinein und stellt den Sekundenzeiger *z* richtig. Gleichzeitig wird der Kontakt *n* (*v*) an der Scheibe *rko* geöffnet, Relais *E* fällt ab und öffnet bei e^{III} den Haltestromkreis *3* des Relais *B*. Unmittelbar darauf fällt auch das stark verzögerte Relais *C* ab und unterbricht am Kontakt c^{IV} den Stromkreis *5* des Relais *A*.

Nach Verlauf dieser Vorgänge werden die Einstellkontakte sk_1 und sk_2 durch Einfallen der dritten Kontaktfeder wieder geöffnet, die Relais *H* und *B* werden aberregt. Über h^{I} wird die Empfangsantenne wieder geerdet oder umgeschaltet und durch Öffnen des Kontaktes h^{II} das gesamte Empfangsgerät wieder stromlos gemacht. (Siemens-Z. Bd. 14, S. 358.) *Hzh.*

Ein akustisches Spektrometer. — Ein unmittelbar die Teiltöne eines Klanges im genauen Amplitudenverhältnis aufzeigender Klanganalysator ist kürzlich von Hickman angegeben worden. Der Apparat besitzt eine große Anzahl abgestimmter Zungen, die von den verstärkten Strömen des den zu analysierenden Klang aufnehmenden Mikrophons elektromagnetisch erregt werden. Ein beleuchteter Spalt wird von kleinen auf den Zungen befestigten Konkavspiegeln auf einer Mattscheibe derart abgebildet, daß nicht schwingende Zungen einen hellen Punkt, schwingende Zungen einen leuchtenden Strich über einer in Frequenzen geeichten Skala erzeugen. Die Abstimmung ist nach einer konstanten Proportion durchgeführt. Durch besondere Maßnahmen gelang es zu verhindern, daß die den tieferen Frequenzen zugeordneten Zungen mit höheren Harmonischen erregt werden können. Die Luftspalte zwischen den Elektromagneten und den Zungen wurden so eingestellt, daß die Längen der leuchtenden Striche bei gleicher Eingangsspannung für alle Frequenzen die gleichen sind. Die Dämpfung der Resonatoren steigt proportional mit der Schwingungszahl; dadurch ist erreicht, daß alle Zungen in der gleichen Zeit ein- und ausschwingen.

Das Auflösungsvermögen des akustischen Spektrometers hängt von der Anzahl der Zungen und ihrer Dämpfung ab. Mit 48 Resonatoren je Oktave lassen sich alle Teiltöne auffinden, deren Schwingungszahlen mehr als ¾ % voneinander abweichen. Der vom Verfasser ausgeführte Apparat besitzt insgesamt 144 Zungen für den Bereich von 50 bis 3109 Hz; trotz dieser verhältnismäßig geringen Zahl resonanzfähiger Elemente und des beschränkten Frequenzbereiches erwies sich das Gerät sowohl für musikalische als auch für phonetische Untersuchungen recht geeignet. Als besonderer Vorzug des akustischen Spektrometers ist hervorzuheben, daß auch zeitlich veränderliche Schwingungsvorgänge durch kinematographische Aufnahme des Spektrums in allen Einzelheiten verfolgt werden können. (C. N. Hickman, J. acoust. Soc. Amer. Bd. 6, S. 108, und Bell Laboratories Record 1934, S. 60.) *Gff.*

Phonetische Untersuchungen mit Hilfe von Röntgenstrahlen. — Der phonetischen Forschung ist durch die Anwendung der Röntgenstrahlen ein wichtiges Hilfsmittel zur Lösung ihrer Aufgaben entstanden. Durch Aufnahmen des Kopfes der sprechenden Person können Mund und Rachen unbeeinflußt bei der Lautbildung beobachtet werden. Russell weist nun nach, daß es keineswegs genügt, relativ lang exponierte Röntgenogramme von gedehnt gesprochenen Lauten auszuführen. Ein genaues Bild der Stellung der einzelnen an der Lautbildung beteiligten Teile unter natürlichen Verhältnissen kann nur gewonnen werden, wenn es gelingt, im Ablauf eines normal gesprochenen Textes den interessierenden Laut durch eine Aufnahme zu erfassen, bei der Expositionszeit und Lautdauer übereinstimmen. Der Zischlaut in dem englischen Wort „easy" (izi) ergibt ein wesentlich anderes Bild, je nachdem das Wort für sich gedehnt oder als Teil eines längeren Satzes normal gesprochen wird; entsprechendes gilt für den Zischlaut in „ozone", dagegen stimmen die beim langsamen Sprechen von „easy" und „ozone" gewonnenen Röntgenbilder des Zischlautes fast vollständig überein. Aus diesen Beobachtungen ergibt sich der Schluß, daß beim normalen Sprechen der vorangehende und der folgende Vokal einen wesentlichen Einfluß auf die Bildung eines Konsonanten ausüben können. (G. O. Russell, J. acoust. Soc. Amer. Bd. 5, S. 247.) *Gff.*

Über den Verlustwiderstand von Hochfrequenzleitern. — Die genaue Bestimmung des Wechselstromwiderstandes von Leitern, deren Querschnitt von der kreisrunden Form abweicht, ist im allgemeinen eine unlösbare Aufgabe. Dagegen läßt sich der Widerstand für den Grenzfall sehr hoher Frequenzen berechnen. Die Bezeichnung „hohe Frequenzen" bezieht sich dabei auf solche Frequenzen, bei denen der Strom nur in einer so dünnen Haut an der Oberfläche des Leiters fließt, daß die Krümmung der Leiteroberfläche vernachlässigbar ist. Bei der näherungsweisen Berechnung bei hohen Frequenzen macht man im allgemeinen die Annahme, daß der Leitungsstrom gleichmäßig über die Oberfläche verteilt ist. Daher kann man für die Berechnung des Hochfrequenzwiderstandes einfach an Stelle des Leiterquerschnitts den „Hauptquerschnitt" einsetzen. Dieser ist proportional dem Umfang *U* des Leiters, wobei als Proportionalitätsfaktor die Dicke der „äquivalenten Leitschicht" eingeführt ist. Die so definierte äquivalente Leitschichtdicke wird durch die Wandstärke eines rohrförmigen Leiters veranschaulicht, der dem Gleichstrom denselben Widerstand entgegensetzt wie der massive Leiter mit gleichem Umfang dem Hochfrequenzstrom. Quantitativ ergibt sich die äquivalente Leitschichtdicke aus den bekannten Gesetzen der Strom- bzw. Feldverdrängung bei ebener Begrenzung des Leiters.

Die hierbei gemachte Voraussetzung, daß der Strom sich an der Oberfläche des Leiters gleichmäßig verteilt, trifft jedoch in Wirklichkeit nur bei Leitern mit Kreissymmetrie zu (z. B. konzentrisches Kabel). Bei einem bandförmigen Leiter beispielsweise tritt bei hohen Frequenzen an den seitlichen Enden des Querschnitts eine Erhöhung der magnetischen Feldstärke im Vergleich zu derjenigen in der Mitte der Bandoberfläche auf (Analogon zur Spitzenwirkung bei elektrischen Feldern). Da nun die Stromdichte sich überall wie die magnetische Feldstärke verhält, so ergibt sich demnach ebenfalls eine Erhöhung der Stromdichte zum Rande hin (Randeffekt). Im allgemeinen wird die Stromdichte um so größer sein, je kleiner der Krümmungsradius der Oberfläche an der betreffenden Stelle ist. Hiermit ist aber eine Erhöhung der Verluste und damit des Widerstandes gegenüber dem nach der Annahme gleichmäßiger Stromverteilung berechneten Wert verbunden.

Das Verfahren, das zur Berechnung des Hochfrequenz-Verlustwiderstandes unter Berücksichtigung der ungleichmäßigen Stromverteilung an der Oberfläche eingeschlagen wird, besteht darin, daß zunächst das magnetische Feld außerhalb des Leiters berechnet wird. Dieses ergibt sich beispielsweise mit Hilfe des bekannten Verfahrens der konformen Abbildung. Mit dem magnetischen Feld ist aber auch die Stromdichteverteilung an der Oberfläche des Leiters bekannt, denn diese entspricht, wie oben bereits erwähnt, dem Verlauf der magnetischen Feldstärke unmittelbar an der Oberfläche. Die Stromdichteverteilung bestimmt nun die Gesamtverluste und damit den Verlustwiderstand des Leiters. Als Anwendungsbeispiele des geschilderten Verfahrens werden berechnet: 1. der Verlustwiderstand eines flachen Bandleiters, 2. Erhöhung des Verlustwiderstandes einer Doppelleitung durch die „Nähewirkung" der beiden Drähte, 3. Erhöhung des Verlustwiderstandes einer Doppelleitung durch eine parallele leitende Ebene. (H. Kaden, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 12, S. 818.)

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Kugelblitze. — Der Verfasser war mehrere Jahre damit beschäftigt, die Änderungen des elektrischen Feldes während eines Gewitters zu untersuchen. Dabei ist es ihm gelungen, einen Kugelblitz zu beobachten und in seinen

Digitized by Google

verschiedenen Stadien zu photographieren. Er sah mehrere leuchtende rosafarbige Massen, die sich etwa drei Minuten lang hielten. Sie bewegten sich in einer Höhe von 28 m über dem Erdboden. Zwei der Kugeln hatten einen Durchmesser von 8,5 m und 12,8 m. Sie waren etwa

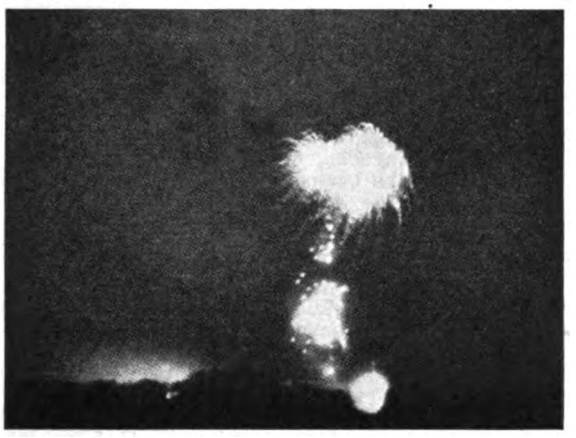


Abb. 13. Photographie eines Kugelblitzes.

600 m von dem Beobachter entfernt. Einige der Kugeln schienen auf einer Potentialfläche von 2300 V etwa 60 m entlangzurollen, neigten sich dann zum Boden und verschwanden mit einem lauten Knall. (J. C. Jensen, Physics Bd. 4, S. 372.) *Br.*

Einige Eigenschaften einfacher elektrischer und mechanischer Schwingungssysteme und ihre Kennzeichnung. — Die kennzeichnenden Eigenschaften des linearen, elektrischen oder mechanischen Schwingungssystemes von einem Freiheitsgrad und die Begriffsbestimmung zweckmäßiger Kenngrößen sind der Gegenstand einer Untersuchung von J. Fischer. Zunächst werden die Definitionen der Dämpfung beim freien Vorgang erörtert, wo zwei bei erheblichen Werten der Dämpfung voneinander zahlenmäßig verschiedene Kenngrößen, die den Namen „Dämpfung" tragen, gebräuchlich sind; die eine errechnet sich als der π-te Teil des Dekrementes, die andere ist aus der Theorie der erzwungenen Schwingungen (Resonanzkurventheorie) übernommen. Bei den erzwungenen Vorgängen werden die Eigenschaften des Schwingungssystems durch den Bau des Störungsgliedes der Differentialgleichung des Systemes maßgebend beeinflußt. Die zwei wichtigsten Fälle werden der weiteren Untersuchung der „Resonanz" zugrunde gelegt. Weiter werden der Frequenzgang der Leistungen und Energien des Systemes und deren Resonanzlagen erörtert. Zur Darstellung aller dieser Beziehungen erweist sich die Kenngröße „Dämpfung D" hervorragend geeignet; sie wurde in der Resonanzkurventheorie von Riegger und Backhaus definiert und benutzt. Auf Grund der gewonnenen Beziehungen lassen sich die Meßverfahren und ihr Geltungsbereich (Resonanzkurventheorie, Phasenmessung nach dem Vorschlage Späths[1]) beurteilen. (J. Fischer, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 12, S. 774.)

Über Wechselströme mit beliebiger Kurvenform in Dreiphasensystemen. — In einer früheren Arbeit[2]) wurde von W. Quade bereits dargelegt, wie man Wirk- und Blindstrom sowie auch Blindleistung ganz allgemein für Wechselströme mit beliebiger Kurvenform definieren kann. Die dabei in die Wechselstromtheorie eingeführten neuen Verfahren stützen sich auf die von den Mathematikern schon seit langem entwickelten Theorien der Funktionen- und Vektorensysteme. Die durch diese Theorien gegebene Möglichkeit der Zuordnung von Vektoren zu periodischen Funktionen der Zeit von beliebigem Verlauf hat zu einem neuen Vektordiagramm zur Darstellung von Spannungen und Strömen beliebiger Kurvenform geführt, aus welchem man die Effektivwerte von Wirk- und Blindstrom sowie Wirk-, Blind- und Scheinleistung entnehmen kann. Während die eingangs genannte Arbeit sich auf die Einphasensysteme beschränkte, werden in der neuen Arbeit von Quade die Dreiphasensysteme besprochen. Es werden zunächst Spannungs-, Strom- und Leistungsverhältnisse bei Stern- und Dreieckschaltung in Anlehnung an die für Einphasensysteme gefundenen Ergebnisse eingehend erörtert. Sodann folgen einige Fragen, welche die maximale Wirkleistung in Systemen mit und ohne Nulleiter betreffen. Es zeigt sich dabei, daß der Wert der maximalen Wirkleistung wesentlich von den Bedingungen abhängt, die man den Strangspannungen auferlegt. Nach einer Anwendung der Ergebnisse auf den Gleichrichter werden zum Schluß die Werte der verschiedenen maximalen Leistungen untereinander verglichen. (W. Quade, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 12, S. 798.)

[1]) Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 257.
[2]) Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 130.

Hochspannungstechnik.

Die Bedeutung des Öldrucks im Kabel für die Isolationsfestigkeit. — Für Hochspannungsölkabel, deren Ölfüllung unter Druck steht, ist es erwünscht, zu wissen, ob mit einer Steigerung des Öldrucks bei jeder Art von Spannungsbeanspruchung eine Erhöhung der Durchschlagfestigkeit verbunden ist. Eine Reihe von Versuchen klärte diese Frage. Dauerbeanspruchungen an einem Einfachkabel mit 4,75 mm Isolationsstärke (ölgetränktes Papier) bei 6,6 at Öldruck zeigten folgendes Ergebnis:

Beanspruchung V/mm	Durchschlag nach h
15 700	300
19 700	383
23 600	163
27 500	6

Es zeigte sich keine merkliche Aufweitung des Bleimantels. Ein Vergleichskabel hielt bei Atmosphärendruck 20 bis 200 h bei 13 800 V/mm. Weitere Versuche an einem Einleiterkabel (von 253 mm² Leiterquerschnitt) gleicher Isolationsstärke, welches statt des Bleimantels eine dünne Kupferbandbewicklung hatte und in einem Stahlrohr unter Öldruck stand, ergaben folgendes:

Beanspruchung V/mm	Durchschlag nach h
7 850	25
15 700	168
23 600	165
25 600	225
27 500	192
29 500	1,4

Die Durchschlagspannung war in beiden Fällen etwa doppelt so hoch bei 6,6 at Öldruck gegenüber Atmosphärendruck.

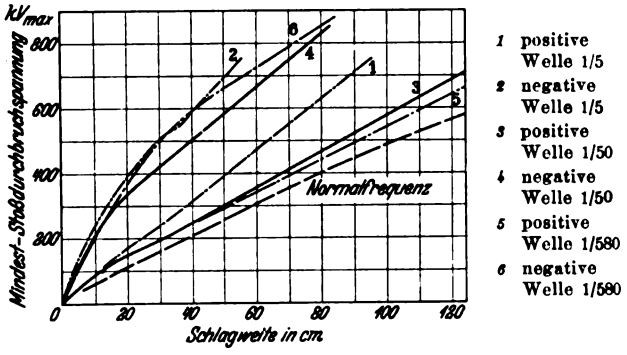
Es wurden weiter ölgetränkte Papierproben in einem Drucktank verschiedenen Öldrucken auf ihre Beanspruchbarkeit untersucht; die Spannung wurde einmal schnell und gleichförmig sekundlich um 0,5 V, ein anderes Mal in Stufen minutlich um 1 kV gesteigert. Auch hier stieg die Durchschlagfestigkeit mit wachsendem Öldruck. Schließlich fanden Stoßprüfungen an denselben Papierproben statt mit einer Spannungswelle, die ihren Höchstwert nach 1 µs erreichte und innerhalb von 10 µs auf den halben Wert sank. Dabei zeigte sich, daß eine Drucksteigerung praktisch keinen Vorteil bietet. Der Vorteil einer solchen wirkt sich also nur bei den Betriebsfrequenzen und längere Zeit andauernden Beanspruchungen aus. (J. A. Scott, Electr. Engng. Bd. 53, S. 308.) *Eg.*

Stoßspannungsuntersuchungen mit dem Kathodenoszillographen. — Als Fortsetzung einer früheren Arbeit[1]) wurde das Verhalten verschiedener Elektrodenanordnungen bei Stoßbeanspruchung bis zu 1 MV mit einem Kathodenoszillographen untersucht. Die Verfasser bringen zahlreiche Versuchswerte über die Stoßdurchbruchspannung und den Zündverzug der Funkenstrecke „Spitze—Platte geerdet" und „Kugel—Platte geerdet" in Luft und unter Öl, ferner über die Stoßüberschlagspannung von Isolatorenketten. Der Kathodenoszillograph war über einen kapazitiven oder über einen Widerstands-Spannungsteiler an den Prüfling angeschlossen. Er diente zu der bei jeder Stoßprüfung unbedingt notwendigen Überwachung der Wellenform des Stoßerzeugers und zur Messung des Entladeverzugs. Die Spannungshöhe hätte durch Ausmessung des Oszillogramms und aus dem Übersetzungsfaktor des Hochspannungsteilers bestimmt werden können. Wegen der Beeinflußbarkeit des verwendeten Spannungsteilers durch Stör-

[1]) ETZ 54 (1933) S. 161.

Digitized by Google

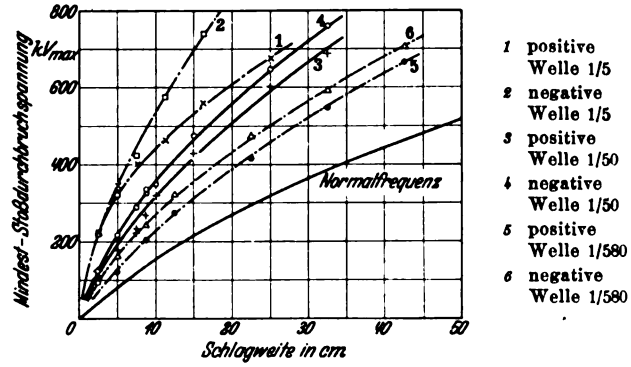
felder zogen jedoch die Verfasser eine Spannungsmessung mit der Kugelfunkenstrecke vor. Zur Messung der Spannungen von 150 bis 1000 kV diente ein Kugelpaar mit D = 75 cm Dmr. und ein zweites mit D = 100 cm. Für die geerdete Kugelfunkenstrecke wurde ein Polaritätseffekt derselben Größe festgestellt, wie von MacMillan und Star[1]) gefunden. Die Kugelfunkenstrecke wurde mit Rücksicht auf den Polaritätseffekt nur bis zu einer Schlagweite $s = 0{,}4\,D$ benutzt. Dann soll ihr Fehler unter 5 % bleiben. Gemessen wurde mit den Stoßwellen 1/5, 1/50, 1/580. Die erste Zahl gibt in µs die Stirndauer, die zweite die Halbwertdauer (nach englischer Definition!) an.



1 positive Welle 1/5
2 negative Welle 1/5
3 positive Welle 1/50
4 negative Welle 1/50
5 positive Welle 1/580
6 negative Welle 1/580

Abb. 14. Mindest-Stoßdurchbruchspannung der Luft. Funkenstrecke „Spitze—Platte geerdet".

Besondere Aufmerksamkeit wandten die Verfasser der Erdung der Stoßprüfanlage zu. Die Kathodenoszillogramme von Durchschlägen der Kugelfunkenstrecke wiesen die anderseits auch beobachteten starken Störschwingungen infolge kapazitiver und induktiver Kopplungen auf. Am vollkommensten konnte die Störung beseitigt werden, indem der Fußboden des Prüffeldes mit großen unter sich vernieteten Blechtafeln belegt wurde. Prüfling, Spannungsteiler und Kugelfunkenstrecke wurden auf dieses „Gegengewicht" gesetzt und ihre Erdklemme mit ihm verbunden. Im Hochspannungslaboratorium der T. H. Hannover kam man zu derselben Anordnung und fand es als zweckmäßig, auch den Marx-Generator und alle Meßgeräte (Kathodenoszillograph, Klydonograph) mit auf dieses geerdete Metallband zu stellen und Länge und Wellenwiderstand der Erdleitungen (breite Blechbänder) für die gesamte Prüfeinrichtung möglichst klein zu halten. Diese Maßnahme ist besonders wichtig, wenn man mit sehr steilen Wellen arbeitet.



1 positive Welle 1/5
2 negative Welle 1/5
3 positive Welle 1/50
4 negative Welle 1/50
5 positive Welle 1/580
6 negative Welle 1/580

Abb. 15 Mindest-Stoßdurchbruchspannung von Öl mittlerer Güte. Funkenstrecke „Spitze—Platte geerdet". (Temperatur 12,2 bis 20,3 ° C.)

Die Mindest-Stoßdurchbruchspannung der Luft wurde mit negativen und positiven Spannungsstößen für die Funkenstrecke „Spitze—Platte" und „Kugel—Platte" bis s = 125 cm bestimmt. Die 1 m große Kreisplatte lag an Erde. Als stärker gekrümmte Elektrode diente eine 19 cm starke Messingspitze von 30 ° Spitzenwinkel oder eine Kugel von 12,5; 25; 50 cm Dmr. Die positive Stoßdurchbruchspannung liegt um so niedriger, je länger der Wellenrücken ist; bei negativer Welle ist diese Erscheinung nicht so ausgeprägt (Abb. 14). Aus den verschiedenen Kurven geht hervor, daß für große Schlagweiten bei einer bestimmten Wellenform die Funkenstrecke „Spitze—Platte" von allen untersuchten Elektrodenanordnungen die höchsten Durchbruchwerte für negative Spannungsstöße und die niedrigsten Werte für positive Spannungswellen ergibt.

In einem unvorbehandelten Öl mittlerer Güte wurde die Stoßdurchbruchspannung für die Funkenstrecke „Platte—Spitze" und für „Platte—Kugel" von 6,2 cm Dmr. gemessen. Die Werte der „Spitze—Platte" gibt Abb. 15 wieder. Der Polaritätseinfluß tritt in Öl nicht so stark hervor. Für eine gegebene Wellenform liegen beide positive und negative Kurven über den Kurven für längeren Rücken. Die Verfasser beachteten nicht, daß der Polaritätseffekt in Öl von der Anzahl der Spannungsbeanspruchungen abhängt, wie Gattung[1]) feststellte. Sie müßten deshalb angeben, mit wieviel Stößen in der Minute sie die Ölprobe beanspruchten. Gattung erklärte in einleuchtender Weise den Polaritätseffekt in Öl durch Feldumbildung infolge Raumladungen, die durch Elektronenanlagerung entstehen. Verhindert man die Mitwirkung von Raumladungen im Schlagraum, z. B. durch Herausspülen oder Verringerung der Stoßzahl, so verschwindet nach Gattungs Versuchen der Polaritätsunterschied der Stoßdurchbruchspannungen ganz.

Der letzte Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Überschlagspannung, dem Stoßverhältnis und dem Überschlagsverzug von trockenen und von beregneten Isolatorenketten mit und ohne Lichtbogenschutz. Die Verfasser verglichen ihre Messungen an Ketten mit den in amerikanischen Prüffeldern gewonnenen Ergebnissen[2]) und stellten eine gute Übereinstimmung fest. (T. E. Allibone, W. G. Hawley und F. R. Perry, J. Instn. electr. Engr. Bd. 75, S. 670.) *Rsk.*

Chemie.

Elektrolytische Nickelüberzüge bei einem pH-Wert von über 7,0. — Die Erzielung guter metallischer Nickelüberzüge bei pH-Werten von etwa 7,0 bis 9,0 ist infolge der Bildung von Hydroxyden oder basischer Salze in den üblichen Elektrolyten nicht möglich. Der pH-Wert beim Beginn des Niederschlages hängt von der Zusammensetzung der Lösung ab. Während z. B. die Gegenwart von Borsäure einen vorzeitigen Niederschlag herbeiführt, verzögern die ammoniakalischen Salze, das Natriumazetat und -sulfat, unter bestimmten Voraussetzungen die Erscheinung dieses Niederschlages.

Von der Tatsache ausgehend, daß die Salze gewisser organischer Säuren die Ausscheidung von Hydroxyden oder von basischen Salzen der Metalle der Eisengruppe verhindern, haben M. Ballay und L. Guillet das Verhalten von Nickellösungen unter diesen Umständen näher untersucht. Praktisch von größtem Interesse sind die Zitronensäure und ihre alkalischen Salze. Mit einer genügenden Menge von tribasischem Natriumzitrat versetzte Nickelsulfatlösungen erfahren durch Ammoniak keine Ausscheidung mehr. Die Mindestmengen an für die Vermeidung des Niederschlages notwendigen Zitratmengen für Nickelkonzentrationen von 20,8 bis 45 g/l sind so, daß das Verhältnis der atomaren Konzentration an Nickel zur molekularen an Zitrat annähernd 2 ist, welches Verhältnis für schwächere Konzentrationen an Nickel abnimmt. Milchsäure wirkt in ähnlicher Weise, während Weinsäure, Glyzerin u. a. den Niederschlag in Lösungen mit über 20 g Nickel/l verhindern. Besonders untersucht wurde die Elektrolyse einer Lösung, die je Liter 20,8 g Nickel, 6,3 g Ammonium, 6 g Chlor und 150 g kristallisiertes Natriumzitrat enthielt. Die Überzüge wurden bei einer Temperatur von 40 ° bei Stromdichten von 2 bis 10 A und bei pH-Werten zwischen 3,6 und 9,8 ausgeführt. In der alkalischen Zone sind die Überzüge nur wenig spröde, dagegen nehmen sie Risse an, sobald sie starken Dauerverformungen unterworfen werden. Bei einem pH-Wert von 9,5 wurden Überzüge von über 0,5 mm Stärke auf einer Messingkathode bei 10 A und 40 ° erzielt. Die kathodischen Ergebnisse mit dem gleichen Elektrolyten sind folgende:

Temperatur °C	Stromdichte A	pH	kathodische Wirkung %
41	2,2	5,0	59,2
41	2,1	7,0	90,0
40	2,1	9,6	94,2

Die anodische Wirkung ist für gleiche Stromdichten rd. 100 % für einen pH-Wert von 5,0 und von 7,0, fällt jedoch auf 88 % für einen pH-Wert von 9,6. Schließlich ist zu

[1]) ETZ 53 (1932) S. 345.

[1]) W. Gattung, Dissertation T. H. Braunschweig 1931.

[2]) Vgl. dazu Harald Müller, Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. 1933, H. 66/67.

Digitized by Google

bemerken, daß in einem stark ammoniakalischen Elektrolyten eine kathodische Wirkung von rd. 82 % bei 50 ° mit einer Stromdichte von 1,1 A festgestellt wurde. (Rev. du Nickel 1934, S. 178.) *Kp.*

Sinacidin. — Dank einer freundlichen Mitteilung aus Bochum kann der in H. 6 der ETZ 56 (1935) auf S. 122 gebrachte Aufsatz über Geheimmittel für Starterbatterien vervollständigt werden. Von Frankreich her wird in Westdeutschland ein „Sinacidin", die 190 g-Dose zu 6 RM angeboten, welches hier nach der Analyse ein Gemenge von Soda, Natriumphosphat und Fluornatrium ist (Glühverlust 55 %, Na_3PO_4 11 %, NaF 12,6 %, Na_2CO_3 26,5 %, $NaHCO_3$ 2,5 %). Bei der Prüfung gab eine mit diesem Sinacidin vorschriftsmäßig beschickte Starterbatterie nur 10 % ihrer sonstigen Leistung und verschlechterte sich bei weiteren Entladungen noch weiter. Nach dem Öffnen zeigten sich die negativen Platten wohlerhalten, hingegen waren bei den positiven die Gitter zerfressen. *K. A.*

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke*).

(Die fettgedruckten Ziffern beziehen sich auf das letzte, die *schräg*gedruckten auf das vorletzte Geschäftsjahr.)

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswert	Elektricitätswerk Unterelbe AG.	Preußische Elektrizitäts-Aktiengesellschaft	Elektrizitätswerk Schlesien AG.	Pfalzwerke AG.	Überlandzentrale Pommern AG.	Berliner Kraft- und Licht-AG.	Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG. (BEWAG)	Amperwerke Elektricitäts-AG.	Großkraftwerk Franken AG.
Wohnort		Altona	Berlin	Breslau	Ludwigshafen	Stettin	Berlin	Berlin	München	Nürnberg
Letztes Geschäftsjahr		1. 1. bis 31. 12. 33	1. 4. 33 bis 31. 3. 34	1. 1. bis 31. 12. 33	1. 1. bis 31. 12. 33	1. 1. bis 31. 12. 33	1. 7. 33 bis 30. 6. 34	1. 1. bis 31. 12. 33	1. 7. 33 bis 30. 6. 1934	1. 1. bis 31. 12. 33
Art des Versorgungsgebiets bzw. der Gesellschaft		Versorgung der Stadt Altona und Umgebung	Überlandversorgung	Überlandversorgung mit Großindustrie und Landwirtschaft	Landesversorgung	Überlandversorgung Landwirtschaft stark überwiegend	Finanzges. für die Elt-Versorgung Berlins	Großstadt Pachtbetrieb	Überlandversorgung	Überlandversorgung
Letzte Veröffentlichung in der ETZ		1934, S. 353 VI	1934, S. 474 II	1934, S. 353 I	1934, S. 704 VII	1934, S. 375 II	1934, S. 353 VIII	1934, S. 353 IX	—	—
A Bilanz										
a) Aktiva										
I. Anlagevermögen:										
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke und Gebäude	10^3 RM	**34 525**	**45 122**	**40 189**	**3 022**	**40 988**	**228 845**	**300 784**	**16 742**	**14 101**
	„	*46 298*	*72 921*	*39 739*	*3 209*	*49 604*	*228 297*	*305 235*	*16 433*	*14 083*
2. Fortleitung Verteilung einschl. Zähler	„	**26 740**	**31 368**	**36 545**	**35 778**	**42 019**	**409 278**	—	**29 453**	**8 449**
	„	*16 408*	*36 236*	*35 734*	*34 692*	*41 451*	*402 609*	—	*28 409*	*8 442*
3. Im Bau befindliche Anlagen	„	—	**29 990**	**161**	**141**	**684**	**5 910**	—	**807**	**30**
	„	—	*25 848*	*70*	*50*	*115*	*4 277*	—	*669*	*15*
4. Betriebe- u. Geschäftsinventar	„	**826**	—	**55**	**257**	—	—	—	—	—
	„	*612*	—	—	*222*	—	—	—	—	—
Summe I	10^3 RM	**64 297**[1])	**106 480**[2])	**76 950**	**39 106**	**92 891**	**644 033**	**300 784**	**47 002**	**22 550**
	„	*63 316*	*135 005*	*76 543*	*38 173*	*91 170*	*635 113*	*305 235*	*45 511*	*22 540*
II. Beteiligungen	10^3 RM	**21**	**121 655**[3])	**5**	**3 937**	**275**	**3 340**	**1 665**	—	**10**
	„	*15*	*133 346*	—	*3 994*	*275*	*28 150*	*2 500*	—	*10*
III. Umlaufvermögen:										
1. Vorräte	„	**430**	**565**	**724**	**212**	**1 206**	**3 173**	**3 206**	**104**	**133**
	„	*638*	*663*	*782*	*246*	*1 422*	*1 272*	*3 610*	*144*	*120*
2. Eigene Aktien	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Forderungen										
a) an abhängige und Konzerngesellschaft.	„	**540**	**16 733**	**16**	**4 805**	**501**	**1 543**	**1 388**	—	**355**
	„	*785*	*21 637*	—	*5 084*	*594*	*73 093*	*1 736*	—	*366*
b) an sonst. Schuldner	„	**4 165**	**17 059**[3])	**2 147**	**1 106**	**4 329**	**18 293**	**17 221**	**1 944**	**815**
	„	*5 871*	*23 411*	*2 003*	*1 140*	*5 346*	*1 917*	*21 043*	*1 503*	*690*
4. Sonstiges Umlaufsvermögen (Effekten, Bankguth. Kasse, Hyp. usw.	„	**4 095**[3])	**10 097**	**1 527**	**894**	**2 841**	**78 033**	**34 770**	**402**	**2 258**
	„	*351*	*14 437*	*575*	*396*	*471*	*224*	*25 171*	*243*	*1 744*
Summe III	10^3 RM	**9 230**	**44 454**	**4 414**	**7 107**	**8 928**	**101 012**	**53 379**	**2 450**	**3 561**
	„	*7 545*	*60 138*	*3 360*	*6 866*	*7 833*	*76 506*	*51 560*	*1 890*	*2 920*
IV. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**73 545**	**272 589**	**81 369**	**50 242**	**101 894**	**748 385**	**359 028**	**49 452**	**26 151**
	„	*70 876*	*328 489*	*78 903*	*49 033*	*99 278*	*739 839*	*359 295*	*47 401*	*25 470*
b) Passiva										
I. Grundkapital	10^3 RM	**22 500**	**116 000**[4])	**36 306**	**12 000**	**35 706**	**240 000**	**15 000**	**25 000**	**7 313**
	„	*22 500*	*155 000*	*30 300*	*12 000*	*35 700*	*240 000*	*15 000*	*25 000*	*7 313*
II. Reservefonds	„	**914**	**11 000**[4])	**4 130**	**1 850**	**4 950**	**25 448**	**17 115**	**2 653**	**731**
	„	*826*	*21 000*	*3 830*	*1 768*	*4 007*	*10 378*	*16 164*	*2 653*	*731*
III. Rückstellungen	„	**1 126**	**23 232**	**1 240**	**1 944**	**701**	**15 228**	**9 153**	**756**	**404**
	„	*1 986*	*11 126*	*1 064*	*1 728*	*977*	*521*	*9 628*	*557*	*368*
IV. Wertberichtigungen	„	**20 861**	**26 490**	**10 302**	**26 892**	**45 919**	**184 591**	**1 107**	**10 684**	**12 455**
	„	*18 217*	*37 594*	*8 200*	*19 418*	*42 789*	*161 543*	*1 811*	*9 892*	*11 062*
V. Verbindlichkeiten										
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	„	**5 290**	**29 449**	**3 709**	**369**	**12**	—	**43 891**	**3 499**	—
	„	*5 299*	*29 610*	*5 406*	*375*	*21*	*296 402*	*23 841*	*2 160*	*77*
2. aus Anleihen	„	**17 879**	**41 328**	**28 064**	**6 218**	**13 019**	**213 455**	**186 332**	**4 512**	**4 287**
	„	*19 781*	*50 765*	*26 470*	*11 871*	*13 405*	*1 820*	*223 617*	*4 485*	*4 854*
3. sonstige	„	**3 247**	**31 064**	**1 803**	**6 874**	**990**	**43 071**	**38 928**	**780**	**501**
	„	*436*	*23 249*	*1 978*	*1 343*	*884*	*2 585*	*1 562*	*768*	*665*
Summe	10^3 RM	**26 425**	**101 867**	**33 466**	**13 261**	**14 030**	**721 704**	**271 148**	**8 791**	**4 786**
	„	*25 516*	*103 624*	*33 854*	*13 589*	*14 310*	*330 807*	*262 020*	*7 413*	*5 596*
VI. Reingewinn	10^3 RM	**1 720**	—	**1 931**	**595**	**1 494**	**26 591**	**48 504**	**1 598**	**460**
	%	*7*	—	*6*	*4,5*	*4*	*10*	*0*	*6*	*6*
	10^3 RM	**1 831**	**145**	**1 655**	**530**	**1 405**	**29 500**	**54 072**	**1 886**	**490**
	%	*7*	*0*	*5*	*4,5*	*4*	*10*	*0*	*7*	*5*
VII. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**73 548**	**272 589**	**81 369**	**50 242**	**101 894**	**748 385**	**359 028**	**49 452**	**26 151**
	%	*70 876*	*328 489*	*78 903*	*49 033*	*99 278*	*739 839*	*359 295*	*47 401*	*25 470*

*) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 1230.

Digitized by Google

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswert	Elektricitätswerk Unterelbe AG.	Preußische Elektrizitäts-Aktiengesellschaft	Elektrizitätswerk Schlesien AG.	Pfalzwerke AG.	Überlandzentrale Pommern AG.	Berliner Kraft- und Licht-AG.	Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG. (BEWAG)	Amperwerke Elektricitäts-AG.	Großkraftwerk Franken AG.
Wohnort		Altona	Berlin	Breslau	Ludwigshafen	Stettin	Berlin	Berlin	München	Nürnberg
Letztes Geschäftsjahr		1. 1. bis 31. 12. 33	1. 4. 33 bis 31. 3. 34	1. 1. bis 31. 12. 33	1. 1. bis 31. 12. 33	1. 1. bis 31. 12. 33	1. 7. 33 bis 30. 6. 34	1. 1. bis 31. 12. 33	1. 7. 33 bis 30. 6. 1934	1. 1. bis 31. 12. 33
Art des Versorgungsgebiets bzw. der Gesellschaft		Versorgung der Stadt Altona und Umgebung	Überlandversorgung	Überlandversorgung mit Großindustrie und Landwirtschaft	Landesversorgung	Überlandversorgung, Landwirtschaft stark überwiegend	Finanzges. für die Elt-Versorgung Berlins	Großstadt Pachtbetrieb	Überlandversorgung	Überlandversorgung
Letzte Veröffentlichung in der ETZ		1934, S. 353 VI	1934, S. 474 II	1934, S. 353 I	1934, S. 704 VII	1934, S. 375 II	1934, S. 353 VIII	1934, S. 353 IX	—	—
B Gewinn- u. Verlustrechnung										
a) Aufwendungen										
I. Ausgaben für										
1. Betrieb	10^3 RM	**3 034**	**3 224**	**2 640**	**1 339**	**7 738**	**27 191**	**51 218**	**1 699**	**202**
	,,	*3 112*	*3 970*	*2 667*	*1 159*	*7 070*	—	*49 568*	*1 479*	*205*
2. Sonstiges	,,	**2 227**	**3 986**	**2 450**	**916**	**1 707**	**20 125**	**12 594**	**1 375**	**226**
	,,	*2 208*	*9 216*	*2 561*	*1 072*	*1 619*	—	*13 863*	*1 379*	*166*
II. Abschreibungen	,,	**3 442**	**66 773**	**3 582**	**1 246**	**4 431**	**33 366**	**2 500**	**1 078**	**1 435**
	,,	*1 991*	*14 164*	*2 364*	*1 184*	*3 301*	*18 614*	—	*1 000*	*1 090*
III. Zinsen	,,	**816**	**2 955**	**1 536**	**461**	**491**	**3 404**	**9 098**	**456**	**230**
	,,	*1 210*	*3 910*	*1 954*	*462*	*768*	*52*	*11 910*	*436*	*303*
IV. Steuern und soziale Lasten	,,	**364**	**3 070**	**1 600**	**600**	**1 355**	**11 189**	**14 089**	**1 450**	**388**
	,,	*662*	*3 663*	*1 833*	*490*	*2 225*	*22 537*	*15 806*	*1 310*	*390*
Summe a)	10^3 RM	**9 883**	**80 008**	**11 808**	**4 562**	**15 722**	**95 275**	**89 499**	**6 064**	**2 481**
	,,	*9 183*	*34 923*	*11 349*	*4 367*	*14 983*	*41 203*	*91 147*	*5 604*	*2 154*
V. Reingewinn	10^3 RM	**1 720**	—	**1 931**	**595**	**1 494**	**26 591**	**45 504**	**1 598**	**460**
	,,	*1 831*	*145*	*1 655*	*530*	*1 495*	*26 590*	*54 072*	*1 886*	*400*
VI. Bilanzschlußzahl	,,	**11 603**	**80 008**	**13 739**	**5 157**	**17 216**	**121 866**	**135 003**	**7 662**	**2 941**
	,,	*11 014*	*35 068*	*13 004*	*4 897*	*16 478*	*67 793*	*145 219*	*7 490*	*2 554*
b) Erträgnisse										
I. Betriebseinnahme aus										
1. Stromverkauf	,,	**8 523**	**13 541**	**11 587**	**4 691**	**16 026**	**119 545**	**127 719**	**7 334**	**2 629**
	,,	*8 902*	*14 699*	*11 055*	*4 562*	*15 865*	*66 602*	*131 018*	*7 201*	*2 505*
2. Sonstigem	,,	**1 823**	**114**	**960**	**59**	**376**	**242**	**480**	**259**	—
	,,	*1 800*	*143*	*1 121*	*55*	*372*	—	*1 942*	*234*	—
Summe I	10^3 RM	**10 346**	**13 655**	**12 547**	**4 750**	**16 402**	**119 787**	**128 199**	**7 593**	**2 629**
	,,	*10 702*	*14 842*	*12 176*	*4 617*	*16 237*	*66 602*	*132 960*	*7 435*	*2 505*
II. Beteiligungen	10^3 RM	**1 200**[1])	**7 884**	**4**	**101**	—	—	—	—	—
	,,	—	*10 668*	*4*	*95*	—	—	—	—	—
III. Vortrag und sonstigem	,,	**57**	**58 469**	**1 188**	**306**	**814**	**2 079**	**6 804**	**69**	**312**
	,,	*312*	*9 558*	*824*	*185*	*241*	*1 191*	*12 259*	*55*	*49*
IV. Bilanzschlußzahl	,,	**11 603**	**80 008**	**13 739**	**5 157**	**17 216**	**121 866**	**135 003**	**7 662**	**2 941**
	,,	*11 014*	*35 068*	*13 008*	*4 897*	*16 478*	*67 793*	*145 219*	*7 490*	*2 554*

Zu I. Elektricitätswerk Unterelbe AG., Altona.

[1]) Die Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke werden in der Bilanz gemeinschaftlich behandelt. Von dem mit 64,297 Mill RM angegebenen Anlagevermögen entfallen auf die Elektrizitätswerke 41,901 Mill RM. In der Gewinn- und Verlustrechnung sind die Erträgnisse aus den Gas- und Wasserwerken unter II Beteiligungen mit 1,2 Mill RM ausgewiesen.

[2]) Der Unterschied von rd. 3,7 Mill RM gegen das Vorjahr erklärt sich durch: a) Aufnahme eines von der Stadt Altona garantierten Wechseldarlehens von 2,279 Mill RM; b) Gewinn von rd. 0,68 Mill RM aus rückgekaufter 6½prozentiger Amerikaanleihe; die Gegenposten sind unter Passiven verbucht.

Zu II. Preußische Elektrizitäts-AG., Berlin.

[3]) Ein Vergleich der ausgewiesenen Ziffern ist wegen der Kapitalzusammenlegung, der Inanspruchnahme des Reservefonds und der Änderung des Geschäftsjahres gegenüber dem Vorjahre nicht möglich.

[4]) Das A.-K. ist im Verhältnis von 31 : 22 von 155 Mill RM auf 110 Mill RM herabgesetzt worden; außerdem wurden aus dem Reservefonds 10 Mill RM zu Sonderabschreibungen entnommen; dieser weist nur noch die gesetzliche Höhe von 10 % = 11 Mill RM auf.

Zu V. Überandzentrale Pommern AG., Stettin.

Um die Stromversorgung noch einheitlicher und wirtschaftlicher zu gestalten, erfolgte mit Wirkung vom 1. IV. 1934 die Angliederung des Unternehmens an das MEW Berlin; dadurch, daß die jeweiligen Tarife des MEW auch im Versorgungsgebiet der ÜZP eingeführt werden, erhält die pommersche Wirtschaft in bezug auf Stromversorgung die gleichen vorteilhaften Arbeits- und Lebensbedingungen, wie sie bereits im Gebiet des MEW bestehen.

Zu VI u. VII. Berliner Kraft und Licht AG. und Berliner städtische Elektrizitäts AG.

Über die mit Rückwirkung vom 1. I. 1934 an beschlossene Fusion der beiden Gesellschaften wird in dem Geschäftsbericht der BKL darauf hingewiesen, daß die bisher bestehende Verschachtelung beider Gesellschaften besonders ungünstige Verhätnisse in verwaltungstechnischer Hinsicht und auch Nachteile steuerlicher Art mit sich gebracht habe. Zu ihrer Behebung wurde beschlossen, die BEWAG mit der BKL durch Übertragung des Vermögens der ersteren auf die zweite unter Ausschluß der Liquidation zu verschmelzen.

Infolge dieser Transaktion weichen die Bilanzaufstellungen beider Gesellschaften für das vorliegende Berichtsjahr von denen des Vorjahres naturgemäß so stark ab, daß ein Vergleich der Ziffern beider Jahre nicht zulässig ist.

Zu VIII. Amperwerke Elektricitäts AG., München.

Die in der ao. GV. vom 16. VIII. 1934 beschlossene Erhöhung des Stammkapitals um 3 Mill RM auf 28 Mill RM konnte in der Bilanz noch nicht zutage treten. *Trb.*

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]). — Aus dem abgelaufenen Jahr ist noch nachzutragen, daß der gewerbliche Verbrauch im Dezember 1934 um 11,2 Mill kWh (2 %) geringer war als im Vormonat, arbeitstäglich letzteren jedoch um 0,6 Mill kWh (3 %) übertroffen hat. Der Vergleich mit dem Dezember 1933 ergibt eine Zunahme um 74 bzw. 3,1 Mill kWh (15 %). Wie das Statistische Reichsamt bemerkt, war der Verbrauch im ganzen Jahr 1934 um 12 %, der Anschlußwert um 10 % höher als im Vorjahr. — Der Januar 1935 hat zwar, verglichen mit dem Dezember 1934, insgesamt eine Steigerung der Erzeugung jener 122 Elektrizitätswerke um 32,3 Mill kWh (2 %) gebracht, der indessen arbeitstäglich ein Abfall um 4,1 Mill kWh (6 %) gegenübersteht. Gegen den Parallel-

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 403; 56 (1935) S. 214.

Digitized by Google

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933
XII.	1665,5	1471,8	69,4	61,3	575,0	501,0	24,0	20,9	4,78	4,83
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
I.	1697,8	1425,2	65,3	54,8	.	501,0	.	19,3	.	3,97

monat des Vorjahrs ist im ganzen eine Zunahme um 272,6 und je Arbeitstag um 10,5 Mill kWh (19 %) festzustellen. *fm.*

Werkstatt und Baustoffe.

Überzüge für Schweißdrähte. — Die Ummantelung der für das Schweißen mit dem elektrischen Lichtbogen bestimmten Elektroden bezweckt u. a. auch eine Verringerung des Abbrandes an den verschiedenen Bestandteilen der Elektroden und die Erzielung einer Schweiße gewünschter Zusammensetzung. Der Mantel besteht meistens aus einem Bindemittel, einer Ferrolegierung, einem Flußmittel und gegebenenfalls auch aus Asbest zwecks Erhaltung einer leichtflüssigen Schlacke. Zum Anbringen des Überzuges bedient man sich vielfach des Eintauchverfahrens. Die für die Überzüge vorgesehene Mischung der metallischen und nichtmetallischen Teile, die dickflüssig ist, wird in einem Bottich angesetzt, in den die Schweißdrähte getaucht werden. Nach dem Eintauchen werden sie getrocknet, worauf man sie so oft wieder eintaucht und trocknet, bis sich ein Elektrodenmantel von der Dicke des Schweißdrahtes gebildet hat. Bei der Zubereitung dieser Überzüge muß man sehr darauf achten, daß keine Blasen auf der Schichtoberfläche und auf dem Schweißdraht gebildet werden, da Blasen auf Elektroden die Güte der Schweißnaht beeinträchtigen. Die Ursache zur Blasenbildung ist meistens darin zu suchen, daß die Ferrolegierungen einen Teil ihres Kohlenstoffes in Form von Karbiden enthalten, die in Gegenwart von Luft und Feuchtigkeit Reaktionen eingehen und die Blasen entstehen lassen. Vor kurzem ist ein Ferro-Mangan ausfindig gemacht worden, daß eine Zubereitung der Überzugsmasse ohne Blasenbildung gewährleisten soll. Auch die Größe der verschiedenen Bestandteile der Überzugsmasse ist wichtig, indem diese Teile möglichst fein sein sollen. An Stelle von Ferro-Mangan verwendet man auch Ferro-Vanadin oder Ferro-Uran, wenn die Schweißungen eine hohe Festigkeit aufweisen sollen. Eine hohe Härte und Zugfestigkeit wird dann durch Ferro-Zirkon in der Mantelmasse erreicht. Die Unbeständigkeit im elektrischen Lichtbogen, die man zuweilen beobachten kann, wird durch den Zusatz von Titan zur Überzugsmasse vermieden, außerdem bildet das Titan mit dem Stickstoff ein Nitrid, reduziert so das Metalloxyd und den Schwefel und führt diese in die Schlacke über. (Iron Age Bd. 134, H. 4, S. 30.) *Kp.*

Verschiedenes.

Anordnung Nr. 25*)
der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest.

(Änderung der Anordnung Nr. 21[1]) der Überwachungsstelle.)

Auf Grund der Verordnung über den Warenverkehr vom 4. IX. 1934 (Reichsgesetzbl. I S. 816) in Verbindung mit der Verordnung über die Errichtung von Überwachungsstellen vom 4. IX. 1934 (Deutscher Reichsanzeiger Nr. 209 vom 7. IX. 1934) wird mit Zustimmung des Reichswirtschaftsministers angeordnet:

§ 1.

Das Inkrafttreten des § 2 der Anordnung Nr. 21 der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest vom 23. I. 1935 (Deutscher Reichsanz. Nr. 20 vom 24. I. 1935) wird bis zum 1. VII. 1935 ausgesetzt.

§ 2.

Der § 3 der Anordnung Nr. 21 wird wie folgt abgeändert: Isolierte Leitungen und Kabel dürfen nur nach den jeweils geltenden VDE-Umstellungsvorschriften hergestellt werden.

Soweit die Leitungen und Kabel mit einem Überwachungskennfaden gezeichnet sind, müssen sie den schwarz-rot-grünen Kennfaden VDE oder den Kennfaden der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt blau-rot-gelb verdrillt mit weißem Normalfaden führen.

§ 3.

Zuwiderhandlungen gegen die §§ 2, 3 Abs. 2 der Anordnung Nr. 21, die vor dem Inkrafttreten dieser Anordnung (Nr. 25) begangen worden sind, fallen nicht unter die Strafvorschriften des § 7 der Anordnung Nr. 21.

§ 4.

Diese Anordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung im Deutschen Reichsanzeiger in Kraft.

Berlin, den 20. März 1935.

Der Reichsbeauftragte für Kautschuk und Asbest.
Erich Hammesfahr.

Über das Verhalten biologischer Körper im Hochfrequenzfeld. — Nach einer Gegenüberstellung der Debyeschen Theorie, die das Vorhandensein von permanenten oder induzierten Dipolen annimmt, und der Wagnerschen Theorie der dielektrischen Verluste inhomogener Dielektrika wird von H. Dänzer die Anwendung der Theorie auf besondere biologische Fragestellungen besprochen. Die meisten biologisch wichtigen Körper erfüllen in dielektrischer Beziehung die Voraussetzungen der Wagnerschen Inhomogenitätstheorie. Für die Praxis der Kurzwellentherapie ist die Kenntnis der Dispersionsgebiete dieser biologischen Körper von größter Bedeutung. Bei hohen Frequenzen sind diese Dispersionsgebiete wahrscheinlich bereits überschritten, so daß die Werte der Leitfähigkeit und der Dielektrizitätskonstante völlig verschieden sind von denen im Gebiet der Langwellen.

Nach Untersuchungen von H. Schaefer ist die Leitfähigkeit des Blutes bei 3 bis 6 m Wellenlänge wesentlich größer als bei Niederfrequenz. Messungen an auszentrifugierten Blutkörperchen ergaben bei Hochfrequenz eine etwa 7fach größere Leitfähigkeit als bei Niederfrequenz. Schaefer erklärte dies dadurch, daß das Blut eine wässerige Lösung darstelle, in der kolloidale Teilchen, nämlich die Blutkörperchen, dispergiert seien. Die Blutkörperchen seien ebenfalls inhomogen und bestünden aus einer Hülle, in der eine Flüssigkeit eingeschlossen sei. Die Dielektrizitätskonstante dieser Hülle sei sehr klein gegenüber der der Lösung und der von der Hülle eingeschlossenen Flüssigkeit. Bei Niederfrequenz sei die Hülle für den Strom undurchlässig, der nur durch die wässerige Lösung hindurchfließen könne. Bei hohen Frequenzen dagegen werde die Hülle kapazitiv durch den Verschiebestrom überbrückt, und die Leitfähigkeit der in der Hülle eingeschlossenen Flüssigkeit beteilige sich mit wachsender Frequenz in steigendem Maße an der Gesamtleitfähigkeit.

Dänzer untersucht nun die Leitfähigkeit und die Dielektrizitätskonstante eines derartigen kolloidalen Systems. Auf Grund theoretischer Berechnungen ermittelt er die Frequenzen, bis zu denen die Hülle imstande ist, die Strömung vom Innenraum der als Kugeln aufgefaßten Blutkörperchen fernzuhalten. Unter der Annahme, daß $\varepsilon_2 = 2$ die Dielektrizitätskonstante der Hülle, $\varepsilon_3 = 80$ die der wässerigen Lösung und der Lösung im Innern der Kugel, $\lambda_3 = 0{,}01 \cdot 9 \cdot 10^{11}$ die Leitfähigkeit des Blutes und $\vartheta = 10^{-3}$ das Verhältnis der Dicke der Hülle zum Durchmesser der Kugel ist, findet er, daß die Strömung erst bei Kurzwellen, bei stärkeren Hüllen erst bei Ultrakurzwellen ins Innere der Kugeln einzudringen vermag. Das erklärt auch die Beobachtung, daß eine Durchströmung des Innern von Bakterien erst bei sehr hohen Frequenzen stattfindet. Schaefer hatte im Wellengebiet von 3 bis 6 m eine erhöhte Leitfähigkeit des Blutes festgestellt. Messungen von Graul für längere Wellen und von Dänzer für kurze Wellen zur genauen Festlegung des Dispersionsgebietes ergaben zwischen 0,63 und 14 m Wellenlänge keine Wellenabhängigkeit der Leitfähigkeit. Es liegt also vermutlich das Dispersionsgebiet bei längeren Wellen.

Zum Schluß wird noch auf das Modell eines biologisch wichtigen geschichteten Dielektrikums hingewiesen. Die hierfür sich nach der Wagnerschen Theorie ergebenden Gleichungen weisen ebenfalls darauf hin, daß die Dispersionsstelle im Kurzwellengebiet liegt. Es wird noch erwähnt, daß diese Gleichungen auch die Theorie des von Schliephake therapeutisch verwandten Verfahrens der Durchflutung im Kondensatorfeld enthalten, die erfahrungsgemäß ebenfalls nur bei Kurzwellen anwendbar ist. (H. Dänzer, Ann. Physik Bd. 20, S. 463.) *Vlb.*

*) Deutscher Reichsanz. u. Preuß. Staatsanz. vom 22. III. 1935, Nr. 69.

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 116.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

37. Mitgliederversammlung des VDE in Hamburg vom 20. bis 23. Juni 1935.

Donnerstag, den 20. Juni:

9 h	Vorstandssitzung Rathaus, ehem. Fraktionszimmer.
10 h 30 m	Vorstandsratsitzung Rathaus, Großer Sitzungssaal.
12 h 45 m	Senatsempfang (Vorstand und Vorstandsrat) Rathaus, Phönixsaal.
14 h 45 m	Fachberichte Technische Staatslehranstalten, Lübeckertor 24.
20 h	Begrüßungsabend (gegeben vom Gau Hansa) Rathaus, Ratsweinkeller.

Freitag, den 21. Juni:

8 h 30 m	Besichtigungen.
10 h 30 m	Mitgliederversammlung Musikhalle, Großer Saal, Karl-Muck-Platz Begrüßung, Jahresbericht des Geschäftsführers, Hauptvortrag.
14 h 45 m	Fachberichte Technische Staatslehranstalten, Lübeckertor 24.
20 h	Gemeinsamer Abend mit Essen u. Tanz Hotel Atlantik, An der Alster 72/79.

Sonnabend, den 22. Juni:

8 h 30 m	Besichtigungen.
9 h 45 m	Fachberichte Technische Staatslehranstalten, Lübeckertor 24.
15 h	Hafenrundfahrt mit Tee an Bord eines Ozeandampfers.
19 h	Abtrunk im Uhlenhorster Fährhaus.

Sonntag, den 23. Juni:

Gelegenheit zur Seefahrt nach Helgoland,
zum Flug nach Kopenhagen
oder Teilnahme am Beginn der Derby-Woche
und bei genügender Beteiligung auch zur mehrtägigen Seefahrt nach England.

Sonderveranstaltungen.

Donnerstag, den 20. Juni:

10 bis 12 h 30 m	Stadtrundfahrt.
14 bis 18 h	Besuch von Hagenbecks Tierpark (Veranstaltung für Damen).

Freitag, den 21. Juni:

9 bis 16 h	Ausflug nach dem Ostseebad Travemünde (Veranstaltung für Damen).
14 bis 18 h 30 m	Fahrt in den Sachsenwald.

Sonnabend, den 22. Juni:

10 bis 13 h	Ausflug nach Blankenese (Veranstaltung für Damen) gegeben vom Gau Hansa.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Halle a. S. 17. IV. (Mi.), 20 h 15 m, Stadtschützenhaus: „Die Verwendung heimischer Treibstoffe im deutschen Kraftverkehr unter bes. Berücks. akkumulator-elektrischer Fahrzeuge" (m. Filmvorführ.). Dipl.-Ing. Rödiger.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 16. IV. (Di.), 20 h, T. H.: „Der neueste Stand des Schweißmaschinenbaues für Lichtbogenschweißung" (Bespr. d. verschied. Systeme). Dipl.-Ing. Klonner.

VDE, Gau Niederrhein, Krefeld. 12. IV. (Fr.), 20 h 15 m, M.-Gladbach, Hotel Oberstadt: „Technik und Kultur unserer frühen Vorfahren" (mit Lichtb.). Dipl.-Ing. Förster.

VDE, Gau Nordsachsen, Leipzig. 17. IV. (Mi.), 20 h, Neues Grassimuseum: Mitgliederversamml. u. Film „Die bayerische Zugspitzbahn". Obering. Königshagen.

VDE, Gau Magdeburg. 16. IV. (Di.), 20 h 15 m, Ver. Techn. Staatslehranstalten: „Fernmeldewesen". Postrat Domin.

VDE, Gau Südbayern, München. 17. IV. (Mi.), 20 h, T. H.: „Schlupfumformer für die elastische Kupplung von Einphasenbahnnetzen mit Drehstromnetzen". Obering. Happold.

VDE, Gau Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld. 16. IV. (Di.), 20 h, Saal d. Technik: „Der elektr. Speicher im Verkehrs- und Transportwesen" (m. Lichtb. u. Film). Obering. Winkler.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 16. IV. (Di.), 19 h, Ingenieurhaus: „Die Ingenieuraufgaben im neuen Staat". Reg.-Baum. a. D. Wesemann.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der praktische Transformatorenbau. Eine Anleitung für Entwurf und Werkausführung. Von Obering. W. Kehse. Mit 65 Abb., XII u. 110 S. in gr. 8°. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1934. Preis geh. 7,40 RM, geb. 8,80 RM.

Dieser aufschlußreiche, in Druck und Papier saubere Band verzichtet auf theoretische Ausführungen und könnte mit Recht das Geleitwort führen: „Aus der Praxis für die Praxis." Die Gliederung: Ausgehend von der Größenkonstante wird der Wicklungsaufbau mit Hilfe guter Abbildungen erläutert, die Windungs- und Spulenisolation mit praktischen Beispielen besprochen. Blechbearbeitung, Kühlung, Eisenverluste, Streuspannung, Zusatzverluste werden kurz aber ausreichend behandelt. Die Regelungstransformatoren müssen sich eine etwas stiefmütterliche Behandlung gefallen lassen. Ein kurzer Blick auf die Probleme der Ölkühlung und der Transformatoren-Kesselausbildung leiten über zu Beispielen ausgeführter Transformatoren, die auch hinsichtlich Zeichnungen und Fertigungsvorschriften aufschlußreich sind. Auch Ausgleich- und Spannungsteiler-Drosselspulen für Gleichstrom werden behandelt. — Im dritten Teil des Buches werden die Isolationsmaterialien hinsichtlich Herstellung und Eigenschaften besprochen. Versuchsergebnisse und Beispiele aus der Praxis gestalten diesen Teil sehr anschaulich, wie auch den folgenden, der sich mit den Eigenschaften der Isolierlacke befaßt und sich auch auf die Arbeitsverfahren bei ihrer Verwendung erstreckt. Es ist deutlich unterschieden zwischen Schellack, Lacken auf Leinölbasis und Bakelitelacken. Auch das Papier, sein Einkauf, die Lagerung, die Verwendung und die Fertigung von Hartpapierkörpern sind — getrennt nach deutschen und amerikanischen Verfahren — zum Teil an Hand von Abbildungen ausführlich behandelt, ob es nun Röhren oder Platten sind. Mit fabrikatorischen Ratschlägen für

Digitized by Google

die Herstellung von Bakelite-Preßkörpern schließt das Buch.

Der Verfasser will bewußt die praktischen Erfahrungen in den Vordergrund stellen. Naturgemäß wird also der Verzicht auf die Theorie erkauft durch Literaturhinweise, die für Studierende etwas reichlicher gehalten sein dürften. Dagegen sind für den erfahrenen Praktiker zahlreiche Ratschläge eingestreut, die beherzigenswert sind. Bedauerlich ist, daß trotz der Beispiele aus dem Ausland nur die Großfirmen unter den „ausgeführten Transformatoren" vertreten sind, während kleinere Firmen, die z. B. im Bau von Transformatoren mit Röhrenkesseln vorangingen, gar nicht erwähnt sind. Künstliche Ölkühlung und Röhrenkessel sind überhaupt nicht behandelt. Daß die Regeltransformatoren sehr kurz weggekommen sind, wurde bereits erwähnt. Auf die Behandlung der Frage der Wirtschaftlichkeit verzichtete leider der Verfasser bereits im Vorwort, obwohl auf diesem Gebiete immer noch reichliche Aufklärung erforderlich ist. Bei den Ausführungsbeispielen wäre vor allem für Reparaturwerkstätten in vielen Fällen ein Hinweis auf die Patentlage am Platze gewesen. — Sehr lehrreich ist eine kritische Betrachtung der Ausführungsbeispiele hinsichtlich der verwendeten Isolierstoffe bezüglich der Außenisolation: Ausschließlich Hartpapier, Hartpapier mit Ölholz, keinerlei Hartpapier stehen sich gegenüber. Alle Konstruktionen stützen sich auf langjährige Erfahrungen und beweisen, daß man auf sehr verschiedenen Wegen doch zum gleichen Ziele kommen kann. — In diesem muß man daher jedenfalls dem Verfasser zustimmen: „Bücher können niemals persönliche Erfahrungen und das nur durch die Praxis erlangbare Gefühl für technische Fragen ersetzen." A. L. Müller.

Die Kosten der Lichtbogenschweißung. Von F. von Meier. Mit 26 Abb. u. 32 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1934. Preis geh. 1,90 RM, f. VDI-Mitglieder 1,70 RM.

Es werden in dem Büchlein auf 32 Seiten die Schweißkosten abgeleitet aus dem in der Zeiteinheit niedergeschlagenen Stabgewicht, wie heute allgemein üblich. Dabei werden die einzelnen Faktoren, wie Abschmelzgeschwindigkeit nackter und umhüllter Stäbe, Lohn, Strom und Abschreibungskosten kritisch beleuchtet. Auf Nomogramme wird verzichtet, vielmehr die Abhängigkeiten durch Schaubilder und Tafeln gegeben. Leider sind die Schaubilder so winzig gedruckt, daß man sie für den praktischen Gebrauch vergrößern muß. Auf die wirtschaftlichen Vorteile des Schweißens mit stärkeren Stäben von 8 bis 20 mm Dmr. wird zwar hingewiesen, aber keine Zahl genannt. Beim Stromverbrauch des Transformators ist die hohe Blindleistung berücksichtigt, ohne auf den Vorteil der heute üblichen Blindstromkompensation durch Kleinkondensatoren hinzuweisen. Angaben über die Stromerzeugungskosten von mit Brennstoffmotoren angetriebenen Schweißmaschinen fehlen, obgleich sie für Montageschweißungen wichtig sind. Es wären auch zum Vergleich mit der Handschweißung einige Angaben über maschinelles Schweißen erwünscht gewesen.

Trotzdem kann das Buch allen Kostenberechnern als Unterlage gute Dienste leisten. J. C. Fritz.

Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt Bd. XVII. Mit zahlr. Abb. u. III, 300 S. in 4°. Alleinvertrieb dch. Julius Springer, Berlin 1934. Preis kart. 12 RM.

Wie die früheren Bände der Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt, bringt der letzterschienene eine Auswahl von Sonderabdrucken der Arbeiten, die von Mitgliedern des Reichspostzentralamts in verschiedenen Fachzeitschriften veröffentlicht worden sind, in der zeitlichen Folge ihres Erscheinens; in dem Bande stehen daher Arbeiten aus dem mannigfachen Tätigkeitsbereich des Reichspostzentralamts in bunter Folge nebeneinander. Eine Übersicht über diese Arbeiten gibt die nachstehende, nach den behandelten Gegenständen geordnete Zusammenstellung:

Braunsche Röhren.

H. Hudec: Helligkeitssteuerung. Verzerrungen durch die Raumladung.

Verstärker.

H. Reppisch: Verstärker für Rundgesprächseinrichtungen.
H. Decker: Detonierende Verstärker.
A. Gehrts: Klirrfaktor und Kennlinie der Verstärkerröhren.
R. Winzheimer und H. Reppisch: Der Teilnehmer-Endverstärker.
W. Weinitschke: Pfeifbedingungen des Zweidrahtverstärkers und ihre Auswertung für ein neues Verstärkungsmeßverfahren.
E. Neumann: Schnurverstärker in Ausnahmequerverbindungen von Nebenstellenanlagen.
G. Kroker und S. Felgentreu: Das Verhalten des widerstands-kapazitätsgekoppelten Verstärkers bei Schaltvorgängen.

Korrosion.

O. Haehnel und H. Klewe: Eigenartige Korrosionen auf der Innenseite der Mäntel von Fernsprechbleikabeln.
O. Haehnel: Widerstandsfähigkeit verschiedener Gebrauchsmetalle gegen Dämpfe von Phenol und Kresol.

Funkecho.

M. Bäumler und H. Mögel: Echomessungen aus der Ionosphäre mit dem Schleifenoszillographen.

Echodämpfung.

P. Oehlen: Begriff der Echodämpfung.
W. Weinitschke: Frequenzabhängige Echodämpfungsmessungen an Leitungen nach dem Pfeifpunktmeßverfahren.

Rundfunk.

R. Rücklin: Gerichtete Rundfunkantennen.
A. Semm: Der Ausbau des deutschen Rundfunksendernetzes, I. und II. (Sender Langenberg, Breslau, Leipzig, Frankfurt a. M., Trier).

Betriebschaltungen.

A. Gerhardy: Umgehung der Fernvermittlungsplätze. Überweisungsverkehr der Notfernämter. Schaltstellen für den Überweisungsverkehr.

Meßgeräte und Meßverfahren.

H. Ribbeck und F. Wiedemann: Die schreibenden Meßgeräte (Pegelschreiber) bei der DRP.
K. A. Mittelstraß: Objektive Nebensprechmessung.

Theoretische Untersuchungen.

F. Pollaczek: Zur Theorie des Wartens vor Schaltergruppen. Kurven für die Gesprächsverluste im vollkommenen Leitungsbündel.
A. Gehrts: Der Stromübergang im Quecksilber-Lichtbogen. Entaktivierung von thoriertem Wolfram durch aufprallende positive Ionen.
W. Weinitschke: Ein neues Verfahren für das Prüfen und Herstellen von Leitungsnachbildungen im Zweidrahtbetrieb.
A. Felge und F. Holzapfel: Dämpfung und Winkelmaß von Vierpolen mit geringen Verlusten.
G. Hoecke: Frequenzabhängigkeit der Dämpfung in nicht angepaßten einfachen Übertragungssystemen.
F. Vilbig: Kompensation der Gleichstromvormagnetisierung von Eisendrosseln.

Stromversorgung.

C. Loog: Pufferbetrieb mit gittergesteuertem Gleichrichter und Kontaktvoltmeter.

Telegraphie.

H. Stahl: Fernschreibvermittlungsverkehr.

Fernsehen.

F. Kirschstein: Die Fernsehübertragungen mit dem Ultra-Kurzwellensender Witzleben auf der Funkausstellung 1932.

Fernsprechkabel.

R. Feist: Pupinspulenkasten für Orts- und Fernleitungskabel.

Rohrpost.

G. Heck: Die Fernrohrpostversuchsanlage des RPZ.

H. Decker.

Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom. Von Dr.-Ing. H. Freiberger, herausgeg. m. Unterstützung des Verb. d. Dt. Berufsgenossenschaften e. V., d. Berufsgenossenschaft d. Feinmechanik u. Elektrotechn. und der BEWAG. Mit 80 Textabb., V u. 146 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geh. 9 RM.

Mit diesem Problem haben sich viele Berufene und Unberufene, zum Teil mit den einfältigsten Meßverfahren, beschäftigt. Dementsprechend waren auch die Ergebnisse: Widerstände von 100 000 Ω bis herunter zu 1000 Ω wurden angegeben. Es ist ein Verdienst des Verfassers, daß er mit ausgezeichnetem wissenschaftlichem und technischem Rüstzeug die Frage des elektrischen Körperwiderstandes bearbeitet hat. Messungen an Lebenden haben nur bedingten Wert, weil wegen der Gefährdung von Leben und Gesundheit hierbei nur mit sehr geringen Stromstärken gearbeitet werden kann. Freiberger hat deshalb in der Hauptsache an 60 Leichen erwachsener Personen beiderlei Geschlechts seine Versuche durchgeführt. Um das wichtigste Ergebnis vorwegzunehmen, er hat festgestellt, daß die Haut wie eine Isolierschicht auf einem Leiter von geringem Widerstand wirkt. Diese Isolierschicht wird von einer gewissen niedrigen Spannung („Anfangspannung") an durchbrochen; und zwar um so schneller, je höher die Spannung ist. Je nachdem, an welche Körperteile die Spannung angelegt wurde, also je nachdem, ob die Haut verhornt ist (Hände, Füße) oder nicht (dünne weiche Haut des Unterarms usw.), war die „Anfangspannung" sehr verschieden. Während z. B. bei der dünnen Brusthaut der Durchbruch schon bei 10 bis 20 V einsetzte und bei 200 V beendet war, begann der Durchbruch z. B. der Haut der Hände bei 50 bis 100 V und war erst bei etwa 700 V beendet, wobei der Widerstand bei Spannungsteigerung über 200 V nur noch unwesentlich sank. Bei stark verhornten Innenflächen der Hände und Füße, wie sie bei Schwerarbeitern nicht selten angetroffen werden, lag die Anfangspannung über 200 V. Der Durchbruch und damit das Ansteigen des Stromes erfolgt bei Steigerung der Spannung von 10 auf 800 V in 7 bis 8 min gewöhnlich erst rasch, dann langsamer, manchmal aber auch ruckartig. Der Durchbruch selbst

Digitized by Google

war mit einem knisternden Geräusch verbunden und die Durchschlagspur war auch sichtbar. Durch Mikroaufnahmen wurde auch gezeigt, daß die an Leichen hervorgerufenen Stromspuren vollständig mit den bei Verunglückten gefundenen übereinstimmen.

Nach dem Durchbruch der Haut war der Körperwiderstand bei Spannungen von 5 V bis zur höchsten Versuchspannung praktisch konstant. Die Größe und der Feuchtigkeitszustand der Berührungsfläche hat nach dem Durchbruch nur geringen Einfluß auf den Körperwiderstand, dagegen sind die Widerstände der einzelnen Körperteile und der Gliedmaßen sehr verschieden, und dementsprechend sind auch die Widerstände von den Stellen abhängig, zwischen denen gemessen wurde. Besonders hohe Widerstände zeigen die Gelenke. Bei einer Messung von der Hand zum Fuß entfallen auf das Hand- und Fußgelenk fast 60 % des Widerstandes. So wurden z. B. bei der Messung von einer Hand zur anderen 1240 Ω und an der gleichen Leiche von der Hand zum Unterarm 305 Ω gemessen, in einem anderen Falle vom Kopf zur Wade (Stromverlauf bei Hinrichtungen) 340 Ω. Auf den Körper-Innenwiderstand, also ohne Haut, hat die Körperkonstitution großen Einfluß. Ein Vergleich der Versuchsergebnisse an Leichen mit denen an Lebenden (hier allerdings mit geringen Stromstärken gemessen), läßt den Schluß zu, daß die gefundenen Werte auch für Lebende zutreffen unter Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur. Freiberger hat ferner den Teilstrom gemessen, der über das Herz geht. Dieser Teilstrom ist naturgemäß vom Stromweg abhängig; für die Durchströmung von Hand zu Hand entfällt im Mittel auf das Herz etwa 3,3 % des Gesamtstromes.

Zweck der Versuche war, bei tödlich verlaufenen elektrischen Unfällen für die Berechnung der Stromstärke, die zum Tode geführt hatte, die Grundlagen zu geben. Er erwartet, daß mit diesen errechneten Stromstärken die medizinische Forschung viele noch offene Fragen über den Mechanismus des elektrischen Todes beantworten und damit zu besseren Wiederbelebungsmethoden kommen kann.

Das Buch, das ein Grenzgebiet der Technik und der Medizin behandelt, bringt eine Fülle von Material, von dem nur ein Teil besprochen werden kann, obwohl viele Kapitel ebenso interessant sind wie die oben berichteten. So z. B. der Einfluß eines Lichtbogens bei Stromeinwirkungen, Strommarken oder Spuren an der Stromeintrittsstelle, Kapazität der Haut u. ä. Das Buch wird sich viele Freunde erwerben, da durch die klare und verständliche Darstellung sowohl der Techniker als auch der Arzt sich mühelos über die bisher so umstrittene Frage des Körperwiderstandes unterrichten können. Ich brauche hiernach nicht besonders zu betonen, daß ich das Buch besonders diesen Kreisen aufs wärmste empfehlen kann.

Alvensleben.

Sender-Praktikum für Kurzwellen-Amateure. Von Dipl.-Ing. A. Cl. Hofmann mit einem Geleitwort von H. Fechner. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 58.) Mit 111 Abb. u. vielen Taf. u. 127 S. in 8°. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1934. Preis geh. 3,25 RM.

Die Schrift bringt in gedrängter Zusammenfassung an Hand zahlreicher Abbildungen und Tafeln das Wichtigste der Sender- und Empfangstechnik für den Kurzwellenamateur. Sie will zur Beschäftigung mit diesem interessanten Zweig der Rundfunktechnik anregen und gleichzeitig zur Vorbereitung auf die Amateur-Senderprüfung dienen. In flotter Schreibweise vermittelt sie die Grundlagen hierzu. Theoretische Abhandlungen werden in dem praktischen Teil bewußt vermieden, weil für die einzelnen Gebiete entsprechende Ausführungen in den größeren Werken bzw. in der Zeitschrift „CQ“ zu finden sind; jedoch werden auf 27 Seiten auch die theoretischen Grundlagen, einschließlich der Wirkungsweise der Elektronenröhren, in knapper Form behandelt. Ferner ist eine Zusammenstellung der elektrischen Daten der wichtigsten, für den Kurzwellenamateur in Frage kommenden Röhren beigefügt. Das Büchlein dürfte daher nicht nur für den Anfänger einen brauchbaren Wegweiser, sondern auch für den erfahrenen Kurzwellenamateur ein wertvolles Nachschlagebuch darstellen. O. Burchardt.

Technisch-physikalisches Praktikum. Ausgewählte Untersuchungsmethoden der techn. Physik. Von Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. O. Knoblauch u. Dr.-Ing. W. Koch. Mit 104 Textabb., V u. 167 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geh. 12 RM, geb. 13,50 RM.

Das Buch wendet sich hauptsächlich an den Ingenieur und Physiker in der Praxis. Sehr häufig werden die im Laboratorium benutzten Methoden zur Bestimmung physikalischer Größen in der Praxis nicht anzuwenden sein, da hier ganz bestimmte Versuchsbedingungen vorgegeben sind. An zahlreichen Beispielen wird nun gezeigt, wie auch unter erschwerten Verhältnissen exakte physikalische Messungen ausgeführt werden können. Die Mehrzahl ist aus dem Gebiet der Wärme entnommen; und in dieser Eigenschaft als Kompendium eines wärmetechnischen Praktikums ist das Buch ganz vorzüglich. Alle Begriffe werden klar definiert. Zunächst wird jeweils die Problemstellung formuliert. Die vorhandenen Schwierigkeiten werden erläutert. Die Versuchsanordnung wird mit Hilfe zahlreicher charakteristischer Skizzen beschrieben. Dann wird der Gang des eigentlichen Versuches erläutert und an mehreren Beispielen durch Zahlenangaben belegt.

Einiges aus dem Inhalt: Zunächst wird die Eichung der verschiedenen Temperaturmesser beschrieben, dann die Temperaturmessung selbst in vielen in der Praxis vorkommenden Fällen behandelt, die Temperaturbestimmung in geschlossenen Räumen, von überhitzten Dämpfen, von strömenden Gasen, sowie die Messung der Oberflächentemperatur ruhender und beweglicher Körper. Eine große Rolle in der Praxis spielt die Wärmeleitung und Wärmeabgabe. Die Methoden zu ihrer Messung sind hier ausführlich behandelt, die Wärmeleitung verschiedener Isolierstoffe, die Wärmeabgabe von Heizkörpern, der Wärmeschutz von Kleidern usw.

Zuletzt werden auch verschiedene nicht der Wärmetechnik angehörende Probleme besprochen, so die Messung von Druck und Geschwindigkeit von strömenden Gasen in Röhren, die Schalldurchlässigkeit, Schallabsorption und die Nachhalldämpfung, endlich die Federung und Schwingungsabsorption von Stoffen. W. Hanle.

Karte und Verzeichnis der Hochspannungsleitungen des Deutschen Reiches und Österreichs von 30 000 V an. (Stand Dezember 1934.) Herausg. v. Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung (REV), Berlin. Wandkarte u. erläut. Druckschrift; 39 S. in 4°. Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin 1935. Preis zus. 15 RM.

Die vom Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung herausgegebene Karte der Hochspannungsleitungen umfaßt etwa 25 000 km Leitungen von 30 kV an aufwärts. Ein größerer Teil des Netzes der Schweiz wurde neu aufgenommen, um der elektrizitätswirtschaftlichen Verflechtung Deutschlands und der Schweiz Rechnung zu tragen. In der Ausgestaltung gleicht die Karte den früher von der Vereinigung der Elektrizitätswerke herausgegebenen. Die Spannungen werden wieder durch verschiedene Farben, die installierte Leistung der Kraftwerke durch verschiedene Größe der Kreise kenntlich gemacht; Farben unterscheiden auch zwischen Wärme- und Wasserkraftwerken. Um die Gebiete mit besonders dichtem Leitungsnetz übersichtlicher darzustellen, wurden diese Teile auf Nebenkarten im Maßstab 1 : 500 000 (Hauptkarte 1 : 1 000 000) nochmals herausgezeichnet. Erstmalig ist der Karte ein Verzeichnis der Hochspannungsleitungen mitgegeben. Jeder Streckenabschnitt ist auf der Karte mit einer Nummer versehen, unter der man dann im Verzeichnis die Einzelangaben der Leitung wie Endpunkte, Strecken und Leitungslängen, Baustoff, Querschnitt, Anzahl der Systeme und Besitzer findet.

Die Karte stellt eine wertvolle Bereicherung der Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft dar und bildet ihrer übersichtlichen und klaren Darstellung wegen ein wertvolles Hilfsmittel für alle Kreise der Industrie und des Handels, die mit elektrizitätswirtschaftlichen Untersuchungen zu tun haben. H. Hasse.

Eingegangene Doktordissertationen.

Heinrich Freiberger, Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom. T. H. Berlin 1933. (Gleichzeitig als Buch erschienen im Verlag Julius Springer, Berlin.)

Franz Führer, Untersuchung von Asynchronmaschinen im Gleichlauf. T. H. Berlin 1933.

Abschluß des Heftes: 5. April 1935.

Für die Redaktion (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Redaktion: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 18. April 1935** **Heft 16**

Die Beeinflussung des Rundfunkempfanges durch Hochspannungsisolatoren.

Von Dr.-Ing. **Walter Furkert**, Selb i. Bayern.

Übersicht. Auf Grund von Verlust- und Störungsmessungen wird die Möglichkeit von Rundfunkstörungen durch Hochspannungsisolatoren untersucht. Die hauptsächlichsten Isolatorformen werden kritisch betrachtet und Vorschläge für mögliche Verbesserungen an bestehenden Isolatorenkonstruktionen gemacht. Die Versuchsergebnisse aus der Verlust- und aus der Störmessung werden gegenübergestellt und verglichen.

Das wirtschaftliche Leben ist heute infolge der weitgehenden Verwendung elektrischer Energie ohne das Netz der Hochspannungsleitungen nicht mehr denkbar. Auf der anderen Seite hat sich der Rundfunk zu einem Faktor von großer politischer und kultureller Bedeutung entwickelt. Trotzdem die Sendeenergien der Rundfunksender immer weiter gesteigert worden sind, sind auch heute noch Gegenden mit schlechtem Rundfunkempfang vorhanden. Gerade in diesen Gegenden ist es notwendig, nicht nur durch Verbesserung der Rundfunkgeräte, sondern vielmehr auch durch Unterdrückung jeglicher Rundfunkstörungen einen möglichst guten Empfang zu erzielen. Es liegt nun die Vermutung nahe, daß durch Hochspannungsleitungen ebenfalls Störgeräusche erzeugt werden. Als einzige Möglichkeit für Störungen des Rundfunkempfanges durch Hochspannungsleitungen kommen elektrische Entladungen in Frage, welche benachbarte Empfangsantennen anstoßen können. Im Rundfunkgerät selbst wird in solchen Fällen ein Geräusch zu hören sein. Aufgabe dieser Arbeit soll nun die Betrachtung der durch die Isolation der Hochspannungsleitungen verursachten Störgeräusche sein.

C_n Normalkondensator nach Petersen, 33 pF, 100 kV Überschlagspannung
C_x zu untersuchender Isolator
R_2, R_3 Präzisions-Kurbelwiderstände 11111 Ω
C_2 Präzisions-Stöpselkondensator 1 µF
VG Vibrationsgalvanometer
C_{An}, C_{Ax} Ableitungskapazitäten
G-S Glimmsicherungen
$U1$ Spannungsmesser

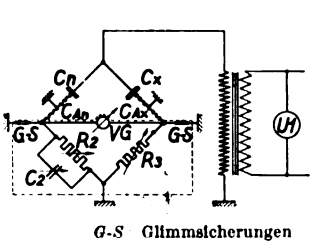


Abb. 1. Schaltbild der Scheringbrücke.

Das Auftreten der Entladungen am Isolator ist stark von seinem Aufbau abhängig, und die einzelnen Isolatorarten werden sich demzufolge in bezug auf die Empfangsstörungen verschieden verhalten. Während vor einigen Jahren für die Hochspannungsleitungen fast durchweg Hängeisolatoren der Kappenbauart verwendet wurden, hat sich heute der Vollkernisolator gut eingeführt und wird sich nach den im Betrieb gemachten Erfahrungen weiterhin durchsetzen. Für Mittelspannungsleitungen hingegen werden neben den früher allgemein üblichen Stützenisolatoren auch heute bereits Klein-Hängeisolatoren der Kappen- oder Vollkernbauart in großem Umfange verwendet. Für die Beurteilung der einzelnen Isolatorentypen hinsichtlich Glimmentladungen und Störfähigkeit wurden zwei Meßverfahren verwendet. Einerseits wurden mittels der Scheringschen Meßbrücke (Abb. 1) die Verluste gemessen. Ähnliche Versuche wurden bereits an anderer Stelle durchgeführt[1]). Anderseits aber wurde mittels eines Rundfunkempfängers und eines Geräuschmeßgerätes zur Messung der relativen Geräuschstärke die Größe der Störung festgestellt[2]).

Die Theorie der Scheringbrücke wird als bekannt angenommen und soll hier nicht weiter beschrieben werden. Es sei nur erwähnt, daß sämtliche Isolatoren in betriebsmäßiger Lage gemessen wurden, d. h. daß dort, wo am in das Netz eingebauten Isolator die Spannung liegt, diese auch beim Versuch angelegt wurde, während an den Stellen, die betriebsmäßig geerdet sind, die Ableitung zur Scheringschen Meßbrücke vorgesehen war. Der Versuchsaufbau selbst war so getroffen, daß Entladungen nur am Isolator auftreten konnten. Die untersuchten Isolatoren wurden vor der Messung gut gereinigt, damit Meßfehler durch Oberflächenströme ausgeschaltet wurden. Besondere Belegungen zum Ableiten des Oberflächenstromes konnten nicht angebracht werden, weil dadurch die Messung der Strahlungsverluste beeinträchtigt worden wäre. Auf Grund früherer Versuchsergebnisse[3]) ist bekannt, daß der dielektrische Verlustfaktor $\operatorname{tg}\delta$ des Porzellans von der Temperatur der Meßprobe sowie von der Frequenz und von der Zusammensetzung des Porzellans abhängig ist. Weit unterhalb der Durchschlagspannung ist er jedoch unabhängig von der Feldstärke. Den Verlustwinkelmessungen wurde diese Erkenntnis zugrunde gelegt insofern, als der plötzliche Anstieg des Verlustwinkels bei Durchführung der Messung mit steigender Spannung mit dem Beginn von Glimmentladungen gedeutet wurde, die ihrerseits zusätzliche Verluste zu den bereits vorhandenen dielektrischen Verlusten bedingen. Für die einzelnen untersuchten Versuchsisolatoren wurden die Spannungen festgestellt, bei denen der Verlustwinkel plötzlich zu steigen anfängt.

Die dielektrischen und die Strahlungsverluste.

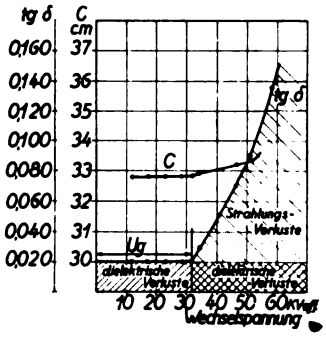
Gemäß Abb. 2, welche das Verhalten der Gesamtverluste sowie der Kapazität in Abhängigkeit von der Spannung an einem Vollkernisolator VK 2 zeigt, lassen sich die Gesamtverluste in 3 Gruppen einteilen, in die dielektrischen Verluste unter- und oberhalb der Glimmspannung und in die Strahlungsverluste. Die 3 Gebiete sind in der Abbildung verschieden schraffiert. Es wurde dabei angenommen, daß auch im Strahlungsgebiet die dielektrischen Verluste konstant und gleich denen vor Erreichen der Glimmspannung waren. Gerade Vollkernisolatoren liefern wegen ihres vom elektrotechnischen Standpunkt aus einfachen Aufbaues auch besonders eindeutige Ergebnisse. Zwischen den beiden Kappen des Vollkernisolators liegt als festes Dielektrikum lediglich Porzellan. Sämtliche Entladungen am Isolator sind leicht erkennbar. Diese Tatsache gestattet einen bequemen Vergleich zwischen den auftretenden ersten Glimmentladungen und dem Verhalten des Verlustfaktors. Bereits beim Auftreten der ersten Glimmstelle an der Kappe stiegen die Verluste stark an.

Grundsätzlich anders verhalten sich die Kappenisolatoren. Bei diesen Isolatoren liegen elektrisch nicht so einfache Verhältnisse vor. Bei den Konstruktionen mit kittloser Bolzenbefestigung ist von der Kappe her zu-

[1]) Richard Vieweg, Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 19 und A. Dennhardt, Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 15.
[2]) P. Schuepet u. M. Sollima, CIGRE-Bericht 82.
[3]) K. Draeger, Rosenthal-Mitt. 1926, H. 7.

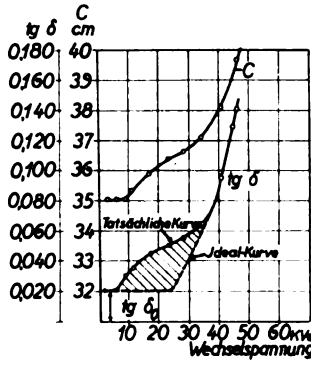
Digitized by Google

nächst im allgemeinen eine Zementschicht vorhanden, welche zum Aufkitten der Kappe auf den Isolatorkopf notwendig ist. Dann folgt der Porzellankörper und schließlich der Klöppel bzw. Bleiausguß; zwischen ihm und dem Porzellan ist immer eine dünne Luftschicht vorhanden, welche vom Schrumpfen des Bleies nach dem Eingießen herrührt. Da sich bei einer Hintereinanderschaltung die Beanspruchungen der einzelnen Dielektriken umgekehrt verhalten wie ihre Dielektrizitätskonstanten, so wird die zwischen Klöppel und Porzellan befindliche kleine Luftschicht fünfmal so hoch beansprucht als eine Schicht gleicher Stärke aus Porzellan. Demzufolge wird die dünne Luftschicht verhältnismäßig früh durchschlagen werden, und innerhalb des Bolzenloches tritt frühzeitig Sprühen auf, eine Erscheinung, die äußerlich nicht bemerkbar ist. Die Vermutung wurde durch das Meßergebnis (Abb. 3) bestätigt. Bei den Kappenisolatoren, besonders mit kittloser Bolzenbefestigung, trat bereits frühzeitig eine starke Erhöhung der Verluste ein. Damit verbunden ist auch eine Vergrößerung der Kapazität, welche daher rührt, daß die dünne Luftschicht infolge des Sprühens zum Teil kurzgeschlossen wird.



b 718,7 mm Hg
t 18° C
f 94% rel. F.
U_g Glimmspannung

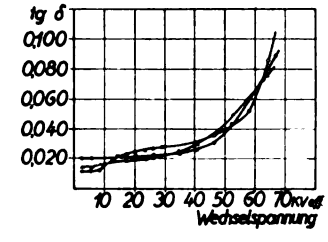
Abb. 2. Verhalten der dielektrischen und Strahlungsverluste (tg δ) sowie der Kapazität (*C*) eines Isolators VK 2 in Abhängigkeit von der angelegten Spannung.



b 712,5 mm Hg
t 17° C
f 73% rel. F.
$tg\,\delta_0$ Verlustwinkel des Porzellans

Abb. 3. Verhalten der dielektrischen und Strahlungsverluste (tg δ) sowie der Kapazität (*C*) eines genormten Kappenisolators K 3 mit kittloser Bolzenbefestigung in Abhängigkeit von der angelegten Wechselspannung.

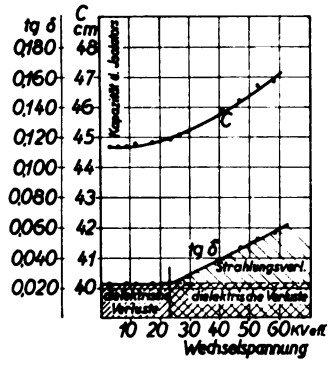
Die Abbildung zeigt neben der tatsächlich gemessenen Kurve auch die Idealkurve, welche dem Verhalten an Kappenisolatoren, ohne die Zwischenschicht aus Luft, entspricht. Zusätzlich treten also bei Kappenisolatoren gegenüber den Vollkernisolatoren noch Verluste auf, welche vom Glimmen im Bolzenloch herrühren. Das betreffende Gebiet ist in der Abb. 3 schraffiert.



○ ○ ○ ○ Isolator Nr. 1
● ● ● ● Isolator Nr. 2
△ △ △ △ Isolator Nr. 3
b 712,0 mm Hg
t 18° C
f 85% rel. F.

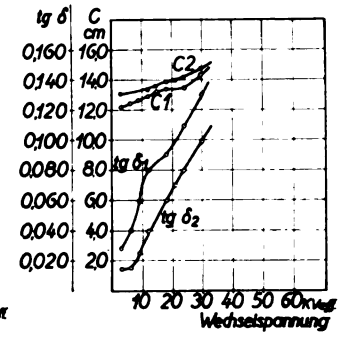
Abb. 4. Verhalten der dielektrischen und Strahlungsverluste an Kappenisolatoren K 3 mit gekittetem Bolzen.

Um auch bei Kappenisolatoren die bereits bei Vollkernisolatoren erreichte Idealkurve zu erhalten, muß die im Bolzenloch befindliche Luftschicht entweder vollständig verdrängt oder aber kurzgeschlossen werden. Die Luftschicht läßt sich dadurch verdrängen, daß der Klöppel nicht eingebleit, sondern eingekittet wird. Auf diesem Wege konnte auch tatsächlich eine Verbesserung der Kurven erreicht werden (Abb. 4). Von den drei in der Abbildung angeführten Verlustkurven einer Meßreihe von Isolatoren mit eingekittetem Bolzen zeigt lediglich ein Isolator bei ungefähr 9 kV einen Ionisationspunkt, dadurch kenntlich, daß der Verlustwinkel plötzlich ansteigt, während die Verluste der beiden anderen Isolatoren bis zu verhältnismäßig hohen Spannungen nur sehr langsam stetig ansteigen, also ausgeprägte Ionisationspunkte in diesen Kurven nicht festgestellt werden konnten. Aus dem Ergebnis ist ersichtlich, daß es auf diesem Wege nicht einwandfrei möglich ist, die Idealkurve zu erreichen,



b 710,1 mm Hg
t 16° C
f 77% rel. F.

Abb. 5. Das Verhalten der dielektrischen und Strahlungsverluste (tg δ) sowie der Kapazität (*C*) eines Isolators K 3 mit kittloser Bolzenbefestigung und metallisiertem Bolzenloch abhängig von der Spannung.



Leitungsseil: 35 mm²
Kupfer-Bindedraht 2,5 mm Dmr.
b 706,8 mm Hg
t 24° C
f 73% rel. F.

Abb. 6. Verhalten der dielektrischen und Strahlungsverluste (tg δ) sowie der Kapazität (*C*) an Weitschirmisolatoren HW 20, betriebsmäßig montiert.

da auch im Kitt immer noch kleinste Lufteinschlüsse vorhanden sind, welche vorzeitig zu sprühen anfangen und dadurch die Verluste erhöhen. Es mußte vielmehr, um auch an Kappenisolatoren einen stetigen Kurvenverlauf zu erhalten, der andere Weg beschritten werden, die Luftschicht kurzzuschließen. Erreicht wurde dies durch Metallisierung des Porzellans im Bolzenloch und durch leitende Verbindung des Metallbelages mit dem Klöppel. Bei dieser Anordnung ergab sich die in Abb. 5 angegebene Kurve. Die Verluste bleiben hier ebenso wie an Vollkernisolatoren bis zum Auftreten des ersten äußerlich sichtbaren Glimmpunktes unveränderlich, um dann plötzlich anzusteigen.

Schließlich wurden noch die Verlustkurven an Stützenisolatoren gemessen (Abb. 6). Bei den Stützenisolatoren muß, ebenso wie bei Kappenisolatoren, darauf geachtet werden, daß die Luftschicht zwischen Porzellan und Stütze kurzgeschlossen wird. Durch Metallisieren des Stützenloches und durch eine Verbindung der Metallisierung mit der Stütze läßt sich dies leicht erreichen. Bei den Stützenisolatoren tritt allerdings insofern noch eine weitere Schwierigkeit auf, als der Draht zum Abbinden des Leitungsseiles sehr früh zu sprühen beginnt. An den untersuchten Isolatoren wurden die Seile nach der im Leitungsbau üblichen Anordnung befestigt, damit die Verhältnisse möglichst der Praxis entsprachen. Die Verbesserung der Verlustkurven an Stützenisolatoren wird sich also neben der Leitendmachung des Stützenloches durch eine Verbesserung der Seilbefestigung erreichen lassen. Eine Möglichkeit hierzu bietet das Überziehen einer Metallkappe, möglichst mit Wulst, auf den Kopfteil des Isolators, so daß der verhältnismäßig dünne, zum Abbinden verwendete Draht nicht mehr sprühen kann. In besonderen Fällen genügt es bereits, einen in bezug auf Glimmerscheinungen besonders ausgebildeten Metallstreifen um die Halsrille der Isolatoren zu legen (Abb. 7).

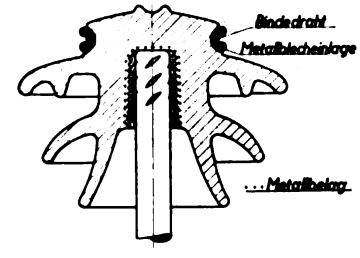


Abb. 7. Stützenisolator mit Strahlungsschutz.

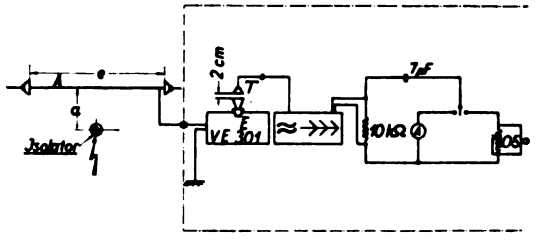
Die Störgeräusche und ihre Beziehung zu den Strahlungsverlusten.

Den für die Messung der Störgeräusche dienenden Versuchsaufbau zeigt Abb. 8[4]). Er erlaubt, den Abstand

[4]) Die Versuche wurden im Versuchsfeld der Porzellanfabrik Rosenthal, Selb i. Bayern, durchgeführt.

Digitized by Google

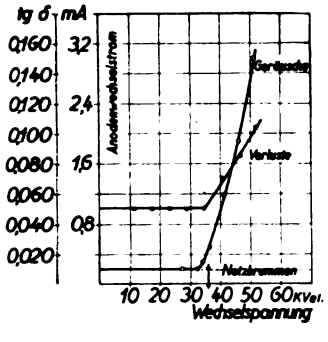
des zu untersuchenden Isolators von der 25 m langen Empfangsantenne zu verändern. Die Hochspannungsanordnung war im Hochspannungsversuchsfeld aufgebaut, während die Störmessung im nebenanliegenden Hochfrequenzlaboratorium durchgeführt wurde. Als Rundfunkempfänger diente ein VE 301, vor dessen Lautsprecher ein Telephon aufgebaut war. Die infolge der Geräusche im Apparat von den Membranschwingungen des Telephons erzeugten Wechselströme wurden über einen Dreiröhrenverstärker zu einem Milliamperemeter geführt und gemessen. Auf diese Weise konnte die Lautstärke im Lautsprecher



A	Antenne	*E*	Rundfunkempfänger VE 301
e	25 m Länge	*T*	Kopfhörer 2000 Ω innerer Widerstand
a	Abstand der Antenne vom Isolator	*A*	Milliamperemeter 10 mA
		O-S	Meßschleife

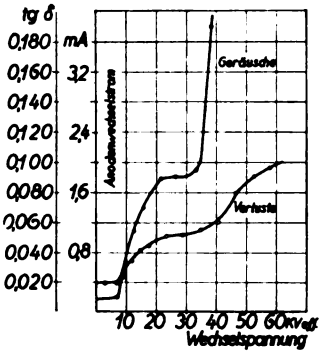
Abb. 8. Schaltbild der Geräuschmessung.

zahlenmäßig als Stromstärke festgehalten werden. Dieses Meßverfahren erlaubt Vergleiche zwischen den verschiedenen Lautstärken. Das Netzbrummen des Gerätes ergab einen gleichbleibenden Wechselstrom von 0,2 mA und der Empfang wurde bei mittlerer Lautstärke des Gerätes bei ungefähr 0,8 mA im Meßkreis stark beinträchtigt. Da das Geräuschmeßverfahren nur bedingte Vergleiche erlaubt, wurden die Messungen durch Oszillogramme ergänzt, die eine Wiedergabe der durch die Membranschwingungen des Telephons erzeugten Ströme sind. Der Rundfunkapparat wurde immer auf die Wellenlänge eingestellt, auf der die Störung am stärksten war; sie war für alle Isolatoren gleich und betrug etwa 460 kHz = 650 m.



Antennen-Abstand: 219 cm
λ 650 m b 718,7 mm Hg
t 18° C f 94% rel. F.

Abb. 9. Verhalten der Verluste und Störgeräusche an einem Vollkernisolator VK 2 in Abhängigkeit von der Spannung.

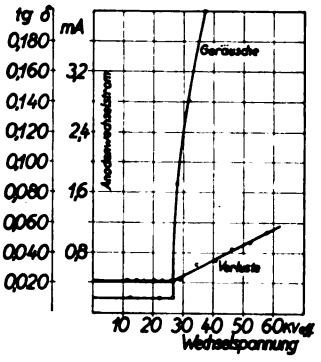


Antennen-Abstand: 219 cm
λ 650 m b 716 mm Hg
t 18° C f 90% rel. F

Abb. 10. Verhalten der Verluste und Störgeräusche an einem Kappenisolator K 3 mit kittloser Bolzenbefestigung abhängig von der Spannung.

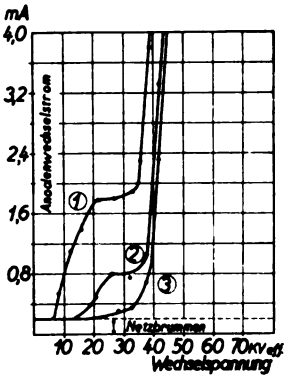
Mit der oben beschriebenen Apparatur wurde nunmehr das Verhalten der Störgeräusche für verschiedene Isolatorenarten, in Abhängigkeit von der Spannung, untersucht und gleichzeitig mit den früher aufgenommenen Verlustkurven verglichen. In Abb. 9 sind die gemessenen Verlust- und Geräuschwerte eines Vollkernisolators VK 2 eingezeichnet. Als Ordinate wurden sowohl die Gesamtverluste als auch der Anodenwechselstrom des Verstärkers, welcher vom Geräusch herrührte, eingetragen. Aus der Abbildung geht hervor, daß zunächst im Apparat nur das Netzbrummen, das, wie bereits erwähnt, einen Anodenwechselstrom von 0,2 mA hervorrief, vorhanden war, bis plötzlich Störgeräusche auftraten, die den Anstieg des Anodenwechselstroms im Meßkreis bedingten. Zum Vergleich wurde die an diesem Isolator gemessene Verlustkurve eingezeichnet. Es ergab sich, daß der plötzliche Anstieg der Geräusche mit dem Anstieg der Verluste übereinstimmte.

Der gleiche Versuch wurde für Kappenisolatoren mit kittloser Bolzenbefestigung (Abb. 10) angestellt, welcher ebenfalls Übereinstimmung in dem grundsätzlichen Verhalten der Störgeräusche und der getrennt aufgenommenen Verlustkurve ergab. Das gleiche zeigte sich auch für Kappenisolatoren mit kittloser Bolzenbefestigung, aber metallisiertem Bolzenloch (Abb. 11), bei denen im Gegensatz zu den Isolatoren ohne metallisiertes Bolzenloch die Geräusche wesentlich später einsetzen, weil im Bolzenloch keine Glimmentladungen vorhanden sind.



Antennen-Abstand: 219 cm
λ 650 m t 16°C
b 710,1 mm Hg f 77% rel. F.

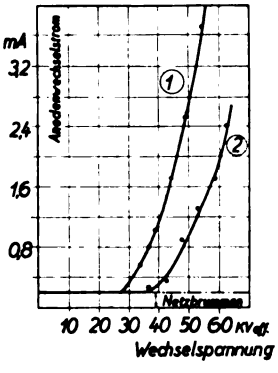
Abb. 11. Verhalten der Verluste und Störgeräusche an einem Kappenisolator K 3 mit kittloser Bolzenbefestigung und metallisiertem Bolzenloch in Abhängigkeit von der Spannung.



λ 650 m 2 a = 10 m
1 a = 2,19 m 3 a = 20 m

Abb. 12. Verhalten der Störgeräusche an einem Isolator K 3 mit kittloser Bolzenbefestigung in Abhängigkeit von dem Antennenabstand a und der Spannung.

Für die eben beschriebene Störmessung war der Abstand des Isolators von der Antenne 2,19 m. Der Abstand wurde so gering gewählt, um eine möglichst enge Kopplung zwischen Störherd und Empfänger zu erhalten. Bei dem kleinen Antennenabstand von 2,19 m wurden die Spannungen für die Einsatzpunkte der Geräusche für verschiedene Isolatorenarten festgestellt und in Zahlentafel I zusammengestellt. Es sei bemerkt, daß sich die Angaben für die K-Typen auf Isolatoren mit metallisiertem Porzellan im Bolzenloch beziehen.



λ 650 m
1 a 2,19 m 2 a = 20 m

Abb. 13. Verhalten der Störgeräusche an einem Vollkernisolator VK 2 in Abhängigkeit von dem Antennenabstand a und der Spannung.

Zahlentafel I.

Isolatorenart			K 1	K 2	K 3	VK 1	VK 2	VK 3
Spannung bei Einsatz der Geräusche	kV	Mittelwert	15	21	24	22	31,5	47
		Höchstwert	16,5	23,5	27	23	34	59
		Tiefstwert	13	18	20	17,5	25	37,5

Neben dem aus mehreren Messungen gewonnenen Mittelwert für die Spannung bei Einsatz der Geräusche sind auch gleichzeitig der Höchstwert und der Tiefstwert für die einzelnen Isolatorenarten angegeben.

Aus der Zahlentafel geht hervor, daß selbst bei dem kleinen Antennenabstand von 2,19 m sowohl bei Vollkern- als auch bei Kappenisolatoren mit metallisiertem Bolzenloch der Einsatz der Störgeräusche bei wesentlich höheren Spannungen als der normalerweise am Isolator liegenden Betriebspannung erfolgte.

Neben dem bisher festgestellten grundsätzlichen Verhalten der Störgeräusche an den verschiedenen Isolatorenarten interessierte nun besonders die Aufnahme der Geräuschkurven bei verändertem Antennenabstand. So zeigt Abb. 12 die aufgenommenen Geräuschkurven eines

Digitized by Google

Kappenisolators K 3, ohne metallisiertes Bolzenloch, bei verschiedenem Abstand des Isolators von der Empfangsantenne. Aus der Abbildung geht hervor, daß in dem angeführten Falle bereits bei 20 m Antennenabstand die Lautstärke im Rundfunkempfänger so gering war, daß der Empfang kaum mehr gestört wurde und das Verhalten des Isolators mit metallisiertem Bolzenloch fast erreicht war.

Der gleiche Versuch wurde mit Vollkernisolatoren angestellt, obgleich diese Isolatoren bereits bei 2,2 m Antennenabstand keine Störgeräusche bis zu den in Zahlentafel I angegebenen Spannungen zeigten. Auch bei diesen Isolatoren ist eine Abhängigkeit der Stärke des Störgeräusches von der Entfernung vorhanden (Abb. 13). Der Einsatzpunkt der Störung liegt jedoch sowohl bei 2,2 m als auch bei 20 m Antennenabstand fast bei der gleichen Spannung.

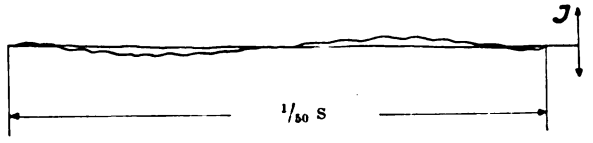
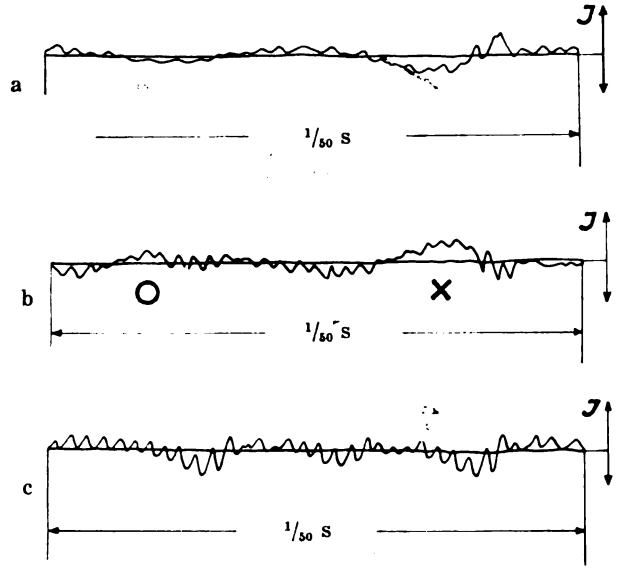


Abb. 14. Oszillogramm des Netztones im Empfänger von 0,2 mA Anodenwechselstrom, zum Vergleich mit Abb. 15.

Als Ergänzung zu den Geräuschmessungen wurden Oszillogramme hergestellt. Zunächst wurde der gleichbleibende Netzton von 0,2 mA oszillographiert (Abb. 14). Das Oszillogramm zeigt neben der Grundwelle von 50 Hz auch Oberwellen höherer Frequenz. In Zahlentafel II ist das Meßergebnis aus Geräusch- und Verlustwinkelmessung eines Isolators K 3 mit kittloser Bolzenbefestigung und nicht metallisiertem Porzellan im Bolzenloch angegeben. Der Isolator zeigt grundsätzlich das gleiche Verhalten wie nach Abb. 10. Die Zahlentafel enthält die Meßspannung sowie den bei dieser Spannung gemessenen Verlustfaktor und Anodenwechselstrom. Die umrandeten Werte des Anodenwechselstroms wurden oszillographiert und sind in Abb 15 a bis c dargestellt.

Zahlentafel II.

Meßspannung effektiv, kV	0	7	13	18	22	26,3	28,5	31,5	41,0
Verlustfaktor tg δ	0	0,020	0,037	0,046	0,049	0,051	0,052	0,053	0,063
Anodenwechselstrom	0,2	0,35	0,9	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	3,5



a) $U = 7{,}0$ kV $J = 0{,}35$ mA b) $U = 26{,}3$ kV $J = 1{,}40$ mA
c) $U = 41$ kV $J = 3{,}50$ mA

Abb. 15. Oszillogramme der Störgeräusche eines Isolators K 3 ohne Metallisierung im Bolzenloch bei verschiedenen Spannungen. (Hierzu vgl. Abb. 14!)

Abb. 15 a zeigt die ersten wahrnehmbaren Geräusche, ein leises Rauschen, während in Abb. 15 b außer dem Rauschen die den bei höheren Spannungen auftretenden Knackgeräuschen entsprechenden Oberwellen deutlich zu erkennen sind. Der Strom in der Oszillographenschleife wurde so geregelt, daß die Oberwellen besonders sichtbar wurden. Die ersten Knackgeräusche hatten bereits eine solche Lautstärke, daß der Empfang unmöglich wurde; sie rühren von kleinen Funkenentladungen am Isolator her. In jeder positiven und negativen Halbwelle der Wechselspannung entsteht am Isolator je ein kleiner Funke, der im Apparat je einen Knack erzeugt. Im Oszillogramm, Abb. 15 b, sind die der positiven (x) und negativen (o) Halbwelle entsprechenden Knacke zu erkennen. Infolge der vielen Oberwellen entsteht im Rundfunkgerät ein schnarrendes Geräusch. Dieses Geräusch ist in Abb. 15 c bei 3,5 mA Anodenwechselstrom nochmals wiedergegeben.

Die Meßergebnisse an Stützenisolatoren sind nicht einheitlich, da, wie bereits erwähnt, die Seilbefestigung sowohl für das Verhalten der Verluste als auch für das Verhalten der Geräusche sehr bedeutungsvoll ist.

Ergebnisse.

Die in der vorliegenden Untersuchung gewonnenen Ergebnisse lassen sich in zwei Gruppen unterteilen, in die Gegenüberstellung der Verlust- und Geräuschmessung und in die Gegenüberstellung der verschiedenen untersuchten Isolatorenarten in bezug auf die auftretenden Verluste und Störgeräusche.

Durch die vorhergegangenen Messungen wurde gezeigt, daß zwischen der Messung der dielektrischen und Strahlungsverluste und der mittels Empfangsantenne und Rundfunkempfänger erhaltenen Geräusche bei Motor- und Kappenisolatoren in bezug auf den Einsatz ein unmittelbarer Zusammenhang besteht, vorausgesetzt, daß die Isolatoren gut gereinigt und trocken waren. Es wurde gezeigt, daß in dem Falle, wo mittels der Scheringschen Meßbrücke Strahlungsverluste nicht gemessen wurden, auch keine Geräusche vorhanden waren. Die Verlustwinkelmessung hat den Vorteil, daß sie direkt am Isolator, das heißt an der Störquelle durchgeführt wird; sie erscheint deshalb geeignet, neue Isolatorenkonstruktionen auf die zu erwartende Störfähigkeit hin zu untersuchen.

Auf Grund sowohl der Verlust- als auch der Störgeräuschmessung wurde festgestellt, daß Vollkernisolatoren und Kappenisolatoren mit kittloser Bolzenbefestigung, aber metallisiertem Bolzenloch, als störfrei anzusprechen sind, da vor dem Auftreten äußerlich erkennbarer Entladungen Störungen des Rundfunks nicht vorhanden sind. Die Spannungen, bei denen die ersten Glimmentladungen infolge des inhomogenen elektrischen Feldes am Isolator auftreten, wurden festgestellt und sind in Zahlentafel I angegeben.

Anders verhalten sich die Kappenisolatoren, bei denen das Bolzenloch nicht metallisiert ist. Bei diesen Isolatoren sind bereits bei niedrigeren Spannungen Störgeräusche vorhanden. Dieselben nehmen jedoch sehr stark mit der Entfernung der Antenne vom Störherd ab, so daß sie praktisch keine Gefahr für den Empfang des Rundfunks mit den heute verwendeten Apparaten bedeuten. Dieses Ergebnis stimmt mit den Erfahrungen der Praxis überein, insofern, als viele Millionen von Kappenisolatoren in Hochspannungsleitungen eingebaut sind und praktische Störfälle nur ganz vereinzelt bekannt wurden, die sich aber meist durch Isolatorenschäden erklärten.

Bei Stützenisolatoren lassen sich durch Metallisieren des Stützenloches und durch Verbinden des Metallbelages mit der Isolatorenstütze ebenfalls sämtliche Entladungen im Stützenloch vermeiden. Von großer Wichtigkeit für den Beginn der Glimmentladungen ist jedoch die Befestigung des Leiterseiles am Isolator.

Digitized by Google

Neuzeitliche Blitzschutzanlagen.

Von Berat. Ing. P. Schickhardt, Berlin.

Übersicht. An Hand von Werkstoffen für Blitzableiteranlagen wird gezeigt, daß dringliche Umstellung auf inländische Erzeugnisse unter Wahrung der Güte, Zweckmäßigkeit und Sicherheit hier eine Verbilligung bislang gebräuchlicher Verfahren bedeutet. Die beiden Werkstoffe: verzinkter Flußstahl und Aluminium werden auf ihre Eignung für diesen besonderen Fall überprüft.

Nach statistischen Erhebungen soll sich die Zahl der Blitzeinschläge in Deutschland in den letzten Jahren verdoppelt haben. Diese auffallende Zunahme der Blitzgefahr erklärt sich wahrscheinlich durch eine genauere Registrierung, die entgegen früherer Gepflogenheit außer den „zündenden" nun auch die „kalten" Einschläge verzeichnete. Eine dem Verfasser vorliegende Nachricht nennt als Durchschnittszahl 7000 zündende Blitze im Jahr, und sie gibt an, daß 92 % davon ländliche Gebäude beschädigten.

Beihilfen zur Errichtung von Blitzschutzanlagen und ermäßigte Prämien seitens der Feuerversicherungen sorgen zusammen mit erwachendem Gemeinsinn dafür, daß jedes Anwesen heute Blitzschutz erhält. Die Lieferung und Installation einer Blitzschutzanlage kostet knapp 1 % der Bausumme, das sind je nach der Größe der Baulichkeiten auf dem Lande 150 bis 500 RM.

Mit der fachgemäßen Ausführung derartiger Anlagen befassen sich Bauschlosser, Klempner, Installateure für Gas-, Wasser-, elektrische Anlagen, Dachdecker sowie Firmen, die sich ausschließlich mit Blitzableiterbau beschäftigen. Der Ausschuß für Blitzableiterbau (ABB) hat zwei Dutzend Normblätter herausgegeben, die das am Markt befindliche Material gesichtet und vereinfacht haben. Weite Teile des Reiches haben teils aus Gründen der Ersparnis, teils aus einer gewissen Schwerfälligkeit heraus an bisher verwandtem Zubehör festgehalten und die vom Ausschuß empfohlenen Normenteile kaum benutzt. So wurden zu einer Zeit, als ein Prospekt des Kupferinstituts noch schrieb: „Wo die Kosten keine entscheidende Rolle spielen, empfiehlt es sich, statt des Eisens Kupfer zu nehmen!", im Rheinland und Westfalen rd. 10 000 Blitzschutzanlagen in verzinktem Flacheisen ausgeführt und von städtischen und staatlichen Behörden gutgeheißen. Die kleine Druckschrift „Blitzschutz"[1]) führt ja auch aus, daß Leiter in Bandform biegsamer als solche in kreisförmig massivem Querschnitt sind. Sie weist darauf hin, daß erstere den Vorteil größerer Oberfläche haben. So kommt es denn neben dem Gesamtquerschnitt in erster Linie auf die zur Verfügung stehende Oberfläche des Leiters an, und wird unter der Voraussetzung des gleichen Querschnitts von 100 mm² eine Stange von 11,23 mm Dmr. mit einem Band von 30 · 3,33 verglichen, so ergibt sich ein Verhältnis der Oberflächenzahlen von 35,3 gegen 66,66, also beinahe das Doppelte. Die Stützen für Firstziegel, Normblätter 1825 A und B, sind besonders geeignet für die Verlegung von Flachband, das in den Abmessungen 30 · 3,25 bei einem Gewicht von rd. 770 g oder 20 · 2,5 bei einem Gewicht von rd. 400 g angeboten wird. Selbstverständlich lassen auch die halbrund ausgebogenen Schellen der Stützen, Normblätter 1826 A und B, 1827, 1828 A, B, C, D, auch 1840 A und B, die Befestigung von Flachband zu, da ihre Schrauben 40 mm Abstand voneinander haben und das Band nur 30 mm breit ist (Abb. 1).

Es ist zu begrüßen, daß die neueste Auflage des obenerwähnten Buches Lichtbilder der meist gebrauchten Bauteile enthält. Zweckmäßig wären ergänzende Aufnahmen, die einzelne Stücke in Verbindung mit Ziegel, Sparren, also eingebaut in das Dach, zeigen, da sie auch für den Handwerker für die Ausführung der entsprechenden Arbeiten vorteilhaft sind. Abb. 2 soll ein Beispiel dafür sein, wie dies gehandhabt werden könnte. Im Zusammenhang mit der Führung von Flachband oder Seil und Bemühungen, die dem Ausschuß für Blitzableiterbau fernstehen, soll einer neuen Art der Verlegung gedacht sein. Ohne Rücksicht auf die Lage der Dachsparren und unter Wegfall jeder verzinkten eisernen Stütze tragen hier die Nasen der Firstziegel das Seil oder Flachband. Einen unschönen Durchhang der Leitung kennt diese Art der Installation auch im Hochsommer nicht. Da die Erfinder die Herstellung der Ziegel völlig freigegeben haben, keine Lizenz erforderlich ist, auch die Werkzeichnung jedem Ziegelwerk und jedem Baumeister zur Verfügung steht, lohnte sich ein Versuch, um so mehr als in Bayern eine große Zahl derartiger Anlagen sich bewährt hat und sich eine erhebliche Kostenersparnis erreichen läßt. Schon die zur Jahrhundertwende[2]) vom VDE aufgestellten „Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz" besagen, daß die Anwendung des Blitzableiters in immer weiterem Umfang durch Vereinfachung seiner Ausführung und Verringerung der Herstellungskosten zu fördern ist! Jetzt gibt die Umstellung auf in ausreichender Menge verfügbare inländische Werkstoffe Gelegenheit, das Flachband vorteilhaft gegen das Blitzableiter-Kupferseil einzutauschen, so daß die Umstellung auf bodenständige Werkstoffe unter Wahrung der Güte, Zweckmäßigkeit und Sicherheit im Gegensatz zu überstürzten Umstellungen in Kriegszeiten erfolgen kann.

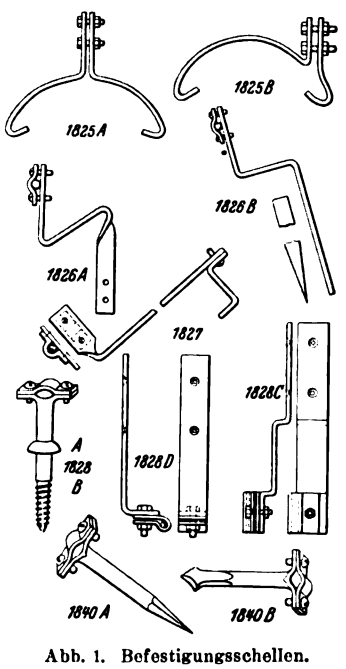


Abb. 1. Befestigungsschellen.

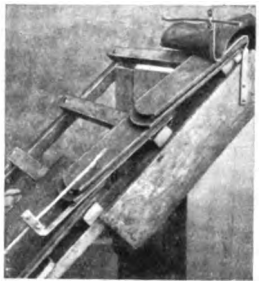


Abb. 2. Praktisches Beispiel für die Anbringung der Schellen.

Vorschläge, die darauf hinausgehen, zur weiteren Vereinfachung das Band als „Blitzableiter im Hause", also unter Dach zu verlegen, sind nach Meinung des Verfassers und anderer abwegig, obgleich im Rheinland und in Westfalen tausende solcher Anlagen erstellt wurden. So mancher Blitz sprang unberechenbar trotz guter Anlage ab, wählte einen Dachschlauch als Weg, fand über eine eiserne Falltür die im Keller stehende Hauswasserpumpe. Einfaches, natürliches Empfinden führt elektrische Entladungen mit einer so hohen Spannung besser außen am Haus entlang als in den Dachkammern. Der Vorteil der Bauart, Schutz der Anlage gegen Witterungseinflüsse, ist mit der Hereinnahme des Blitzes in das Haus zu hoch bezahlt.

Der Ausschuß für Blitzableiterbau hat nun vor kurzem[3]) einen Umstellnormenentwurf DIN VDE 11 800 bekanntgegeben. Er hat die Mahnung beigefügt, ihn weitgehend Angeboten und Bestellungen zugrunde zu legen. Er empfiehlt nach Erinnerung an die Anordnungen der Überwachungsstelle für unedle Metalle vom 15. VIII. 1934 als gebotenen Werkstoff in erster Linie verzinkten Stahl. Werden die bereits erwähnten früheren Verlautbarungen dieses Ausschusses zu der besten Art von Leitern zusätzlich beachtet, kann die Empfehlung von Stahl nur seine Verwendung in Flach- oder Bandform bedeuten. Die alterprobten Leitsätze nennen als Querschnitte bei Flußstahl 50 und 100 mm², so daß die Profile 2 · 25 und 3,3 · 30 mm in Frage kommen.

Viele von denjenigen, die sich mit heimatlichen Werkstoffen beschäftigten, hielten Umschau, ob nicht schwer rostende Stahlsorten Bandeisen mit schützender Zinkschicht ersetzen könnten. Weil diese wenig zur Rostbildung neigenden Stahlsorten einen haltbaren Schutzanstrich be-

[1]) Blitzschutz, 3. Aufl., Berlin 1932. Selbstverlag des ABB.

[2]) ETZ 1901, S. 390.

[3]) ETZ 1934, S. 1138.

Digitized by Google

nötigen, der in festen Zeitabständen erneuert werden muß, stellen sie sich teurer als verzinktes Bandeisen. Gute Verzinkung erlaubt ein Verwinden von Bandstahl, so daß das Band auf dem First hochkant, längs des Giebels bis zur Prüfmuffe und weiter als Erdleitung flach liegend eingebaut werden kann. Soll Band in seiner Wetterbeständigkeit noch gestärkt werden, ist es leichter und zuverlässiger als Mehrfachseil mit Farbe zu decken. Ein anderer, vielleicht brauchbarer Vorschlag einer Stahlverwertungsstelle geht dahin, die bekannten, ohne Werkzeug biegsamen „Kronprinzrohre" als Leiter zu verwenden. Voraussetzung wäre dabei, daß die Rohre korrosionsfest gemacht würden. An Stelle einer Deckfarbe kann dann u. U. Einfetten treten, das sich billiger und einfacher wiederholen läßt als irgendein Farbanstrich. Interessant ist, daß eine Blitzableiter-Baufirma in schweren Zeiten schon einmal statt Kupfer 11 mm-Rohre als Blitzableiterstrang verwendet hat. Die Erfolge, die durch Oberflächenbehandlung bei verschiedenen Stahlsorten erzielt wurden, werden in nächster Zeit vermutlich zu ähnlichen Versuchen im Blitzableiterbau führen.

Korrosionsbeständige Leichtmetall-Legierungen, z. B. Pantal, das sich sogar seewasserfest erwies, werden auf ihre Brauchbarkeit für Bauteile zu Blitzableiteranlagen zu prüfen sein. Lieferbar in Flachbandprofilen, lassen sich diese Leichtmetalle auch im Gesenk schmieden. Sie erreichen dadurch hohe Festigkeitswerte. Große Gebäude sind in Industriegegenden schon vor 20 Jahren versuchsweise mit Leichtmetall abgedeckt worden. Ohne jede Pflege sind ihre Dacheindeckungen heute noch gut.

So hat denn auch der Ausschuß für Blitzableiterbau neben verzinktem Stahlband als Strang die Verarbeitung von Hüttenaluminium von 99,5 % Reinheit zugelassen. Die Abstufung zwischen Haupt- und Zweigleitungen fällt dabei weg, vorgesehen ist nur ein Querschnitt von 75 mm² in der Form von massiven Stangen von 10 mm Dmr. oder Band von 3 · 25 mm. Die dazu gegebene Vorschrift, diese Aluminiumstangen oder -schienen nicht zu stark anzuspannen, ist insofern verständlich, als sich im Sommer ohne Durchhang verlegtes Aluminium im Winter stark zusammenzieht, so daß Zerreißungen zu fürchten sind. Die vorläufigen Umstellnormen halten beim Werkstoff Aluminium eine Befestigung mit Madenschrauben in Verbindungstücken oder in Prüfmuffen für nicht ausreichend[4]). Es ist in Fachkreisen allgemein bekannt, daß sich die Befestigung mit Madenschrauben nicht einmal bei Rundkupfer bewährt hat. Verbindungstücke, die ein konzentrisches Anziehen der Muffenenden gestatten, sind an die Stelle der Madenverschraubungen getreten. Die Formen nach den Normblättern 1846 und 1820 (Abb. 3 a und b) dürfen bei Aluminium nicht verwendet werden und sind bei Bandstahl nicht nötig, da dessen Enden entweder durch Nieten oder, wenn Lösbarkeit verlangt wird, durch verzinkte eiserne Schrauben genügend innig verbunden werden können.

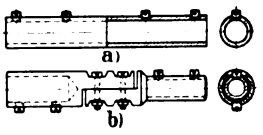


Abb. 3. Prüfmuffen.

So sehr die immer stärker werdende Verwendung von Aluminium im Interesse einheimischer Metallerzeugung und -verwertung liegt, erfordert doch eine elektrolytisch unbedenkliche Verbindung aller Bauteile mit den Blitzableitersträngen größte Sorgfalt. Die Herstellung dieser Verbindungen, besonders wenn es sich um Bauteile aus Kupfer oder dessen Legierungen handelt, verteuert durch Kupalbleche und wiederholten wetterfesten Anstrich die Aluminium-Blitzableiteranlage. Es muß der Erfahrung überlassen bleiben, ob und in welchem Ausmaß verzinkter Bandstahl in bezug auf Haltbarkeit, leichtere Montage, geringere Kosten dem Aluminium auf diesem besonderen Gebiet überlegen ist. Beide Werkstoffe bieten bei Rücksichtnahme auf ihre Eigenschaften und Anpassung an die jeweiligen besonderen Verhältnisse einen ebenso sicheren Schutz gegen Blitzschäden wie das Kupfer.

[4]) Dieser Nachteil ist in der Zwischenzeit durch neue Umstellnormen behoben worden, die demnächst erscheinen. D. S.

Das Elektrisierungsprogramm des zweiten Fünfjahrplanes der UdSSR (1933 bis 1937).

Von Dipl.-Ing. K. A. Pohl, Berlin.

(Schluß von S. 423.)

Entsprechend der überragenden Bedeutung der Großverbraucher in der russischen Energiewirtschaft ist der Anteil der Großkraftwerke (Anlagen mit einer installierten Leistung von mehr als 20 000 kW) an der gesamten installierten Leistung der regionalen Überlandnetze im andauernden Steigen begriffen, so daß die mittlere installierte Leistung eines an regionale Sammelschienen angeschlossenen Kraftwerkes bis 1937 etwa 40 600 kW erreichen soll. Die Abb. 2 veranschaulicht die Standorte dieser Großkraftwerke, die in Übereinstimmung mit der eingangs erläuterten Entwicklung des Stromverbrauches gewählt und nach Möglichkeit in die Nähe größerer Städte und wichtigster Industrie- bzw. Verkehrsmittelpunkte gelegt wurden.

Die Stromverteilung.

Wie Abb. 2 zeigt, soll bis zum Jahre 1937 neben der weiteren Entwicklung der regionalen Sammelschienen auch die Bildung der zwischenregionalen Überlandnetze so weit gefördert werden, daß bis dahin mindestens drei solcher Netze in Betrieb treten müssen. Als größtes Netz dieser Art ist das südrussische zu bezeichnen, das sich vom Dnjepr bis zur Wolga erstrecken soll. An dieses Netz sollen bis Ende 1937 alle großen Kraftwerke der südrussischen Industriegebiete (Donezrevier, Dnjeprgebiet und das Erzrevier von Kriwoj Rog) sowie die Stalingrader Kraftwerkgruppe angeschlossen werden. Die voraussichtliche Stromerzeugung dieser Werke soll 1937 etwa 9 Mrd kWh betragen. In unmittelbarer Nähe befinden sich außerdem die nordkaukasischen Anlagen sowie die auf der Halbinsel Krim und in der Umgebung von Odessa gelegenen Kraftwerke, deren Anschluß an das südrussische zwischenregionale Überlandnetz nur eine Frage der Zeit sein dürfte.

Als zweitgrößtes zwischenregionales Hochspannungsnetz erscheint das zentralrussische, das im Jahre 1937 neben den in nächster Umgebung von Moskau gelegenen Anlagen die Kraftwerkgruppen von Iwanowo-Wosnessensk und N.Nowgorod sowie die neuen Anlagen in Tula, Bobriki und später evtl. auch in Kasan, Madar, Lipezk und Woronesh mit einer Stromerzeugung von rd. 7,5 Mrd kWh erfassen soll. Bei weiterer Entwicklung wird dieses Netz im Süden an das südrussische und im Norden an das Leningrader Überlandnetz angeschlossen werden, das im Jahre 1937 eine Stromerzeugung von etwa 3 Mrd kWh aufweisen wird und bei der in Aussicht genommenen Elektrisierung der ganzen Murmanbahn mit den karelischen Kraftwerken sowie mit der auf der Kolahalbinsel entstehenden Kraftwerkgruppe zu dem nordwestrussischen zwischenregionalen Überlandnetz vereinigt werden soll.

In Ostrußland soll im Laufe des Jahrfünfts 1933 bis 1937 das große Überlandnetz im Ural entstehen, das die bereits bestehenden regionalen Sammelschienen von Nordural und Mittelural mit einer Stromerzeugung von insgesamt 5 Mrd kWh vereinigen wird; bei der später in Aussicht genommenen Elektrisierung der Eisenbahnen Tscheljabinsk—Omsk—Nowosibirsk (planmäßige Bauzeit 1937 bis 1940) und Magnitogorsk—Karaganda (Inangriffnahme frühestens im Jahre 1938) soll es an das westsibirische bzw. an das mittelasiatische Überlandnetz angeschlossen werden, dessen Entstehung erst in den Jahren 1933 bis 1937 beginnt.

Ein weiteres zwischenregionales Überlandnetz ist schließlich im Kaukasus in Entstehung begriffen, wo die nordkaukasische Kraftwerkgruppe gleichzeitig mit der Errichtung der elektrischen Bergbahn Wladikawkas—Tiflis über den Darjalpaß (Inbetriebnahme voraussichtlich im Jahre 1940) mit den transkaukasischen Kraftwerken vereinigt werden soll.

Digitized by Google

Verzeichnis der in Abb. 2 berücksichtigten Großkraftwerke.

(UW Überlandwerk; HW Überlandheizwerk; IUW Überlandwerk im Industriebesitz; IHW Überlandheizwerk im Industriebesitz; FW Fabrikwerk; FHW Fabrikheizwerk).

Nr. (vgl. Abb. 1)	Werk	1937 im Betrieb in MW	1937 im Bau MW
1	UW Leningrad I	65,0	
2	UW Leningrad II	91,5	
3	UW Leningrad V	111,0	
4	HW Leningrad VI	100,0	50,0
5	HW Leningrad VIII		36,0
6	UW Dubrowka	150,0	50,0
7	UW Wolchow	58,0	
8	UW Untere Swir	96,0	
9	UW Obere Swir	36,0	108,0
10	UW Kondopoga	21,1	
11	IUW Mittlere Niwa	62,0	
12	UW Tuloma	48,0	
13	UW Moskau I	119,5	
14	UW Moskau II	54,5	
15	HW Moskau III	60,0	
16	HW Moskau IV	100,0	
17	HW Moskau V	150,0	
18	FHW Moskau-Amo	25,0	
19	UW Iwanjkowo		40,0
20	UW Uglitsch-Kaljasin		50,0
21	IHW Jaroslawl	49,0	24,0
22	UW Ljapino	36,0	
23	UW Norskoje		100,0
24	UW Iwanowo	123,0	
25	UW N. Nowgorod I	204,0	
26	FHW N. Nowgorod II	49,0	24,0
27	UW Wassilewo		200,0
28	HW Sormowo	50,0	
29	HW Dsershinsk a. d. Oka	50,0	
30	UW Bogorodsk	46,0	
31	UW Schatura	180,0	
32	UW Kaschira	186,0	
33	UW Bobriki	400,0	
34	IHW Lipezk	49,0	
35	FHW Tula	50,0	
36	UW Brjansk	22,0	
37	FHW Beshezk	24,0	
38	UW Ossinowo	32,0	
39	UW Kiew II	45,0	
40	UW Odessa I	31,5	
41	HW Odessa II	24,0	
42	HW Nikopol		25,0
43	UW Kriwoj Rog I	44,0	
44	IHW Kriwoj Rog II	49,0	
45	FW Petrowsk	32,5	
46	UW Dsershinsk a. Dnjepr	96,0	
47	UW Dnjepr	558,0	
48	UW Charkow I	20,0	
49	UW Charkow II	45,5	
50	HW Charkow III	62,0	
51	FHW Charkow IV	27 0	
52	FW Kramatorsk I	25,0	
53	IHW Kramatorsk II	50,0	
54	HW Donsoda	73,0	
55	IHW Lissitschansk	50,0	
56	UW Schterowka	152,0	
57	UW Sujewka	250,0	
58	UW Kleban-Byk	200,0	100,0
59	FW Makejewka	24,0	24,0
60	FW Altschewsk	24,0	24,0
61	FW Mariupol I	21,6	
62	FW Mariupol II	24,0	
63	HW Woronesh	49,0	
64	UW Schachty-Artem	95,0	
65	UW Neswetaj	100,0	
66	UW Krasnodar	35,0	
67	UW Noworossijsk	20,0	
68	FW Kamysch-Burun	24,0	26,0
69	FW Kertsch	20,0	
70	UW Sewastopol	24,0	
71	IHW Grosnyj I	50,0	
72	UW Giseldon	22,5	
73	UW Baksan	25,0	
74	UW Rion	48,0	
75	UW Semo-Awtschaly	37,0	
76	UW Tkwartschely	48,0	
77	UW Chram	60,0	
78	UW Dsoraget	22,5	
79	UW Kanakir	88,0	
80	UW Gjumusch		140,0
81	UW Terter		120,0
82	IUW Baku I	135,0	
83	IUW Baku II	140,6	
84	HW Astrachan	24,0	
85	UW Stalingrad I	100,0	
86	HW Stalingrad II	50,0	50,0
87	UW Saratow I	22,5	
88	UW Samara	36,0	
89	HW Kasan	45,0	
90	UW Madar	24,0	
91	FHW Ishewsk	24,0	24,0
92	UW Lewschino		310,0
93	HW Perm	50,0	
94	IHW Beresniki	83,2	
95	UW Kiselowo	100,0	
96	IHW Tagil I	25,0	

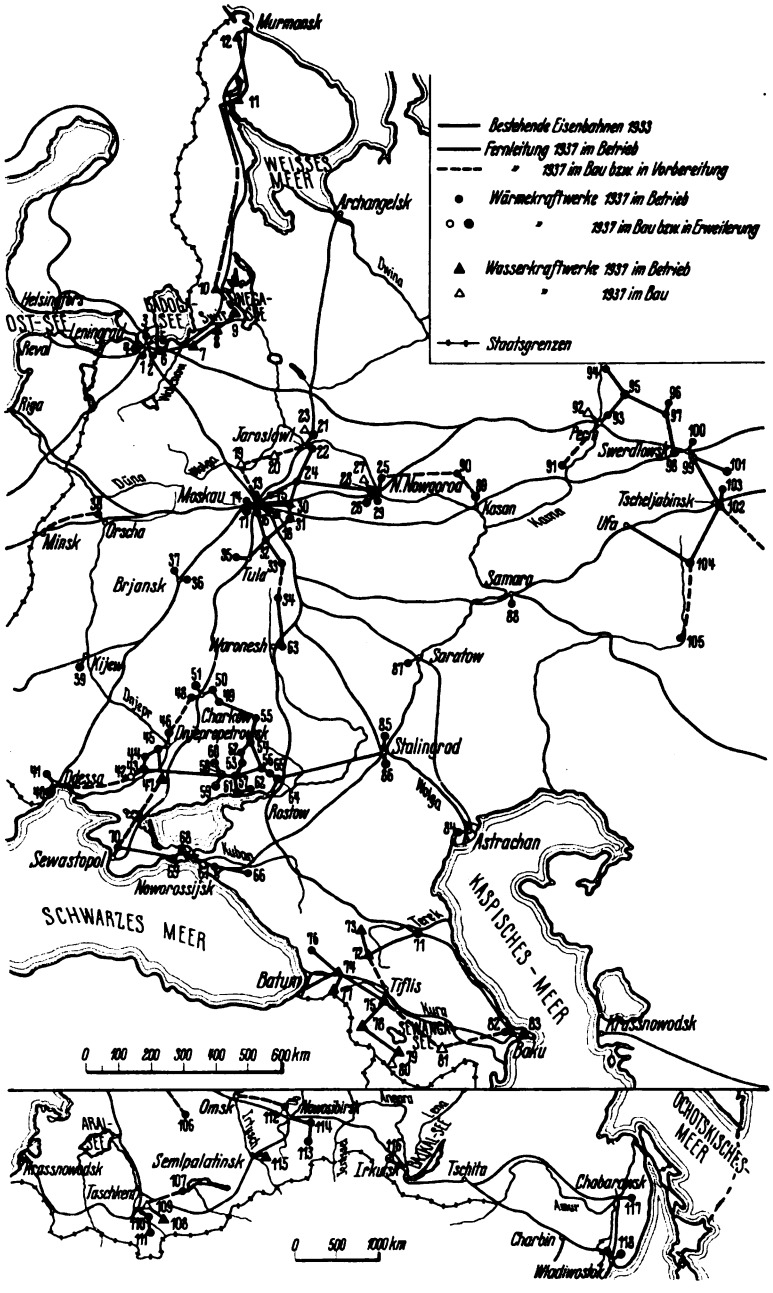


Abb. 2. Übersicht der im Betrieb bzw. im Bau befindlichen Großkraftwerke (20 MW und darüber) der UdSSR am Ende des zweiten Fünfjahrplanes (31. XII. 1937).

Nr. (vgl. Abb. 1)	Werk	1937 im Betrieb in MW	1937 im Bau MW
97	IHW Tagil II	25,0	
98	FHW Swerdlowsk II	28,0	
99	UW Swerdlowsk III	100,0	50,0
100	UW Jegorschino	33,5	
101	IHW Sinarsk	125,0	
102	UW Tscheljabinsk I	150,0	
103	HW Tscheljabinsk II	100,0	
104	IUW Magnitogorsk	198,0	
105	HW Orsk	50,0	
106	UW Karaganda	48,0	
107	FHW Kounrad	25,0	
108	UW Tschirtschik I	170,0	
109	UW Tschirtschik II		110,0
110	UW Kuwassaj	24,0	
111	UW Meljnikowo	36,0	24,0
112	HW Nowosibirsk II	49,0	
113	IHW Kusnezk	108,0	
114	HW Kemerowo	148,0	
115	IUW Uljba	27,0	
116	UW Irkutsk	24,0	24,0
117	UW Chabarowsk	24,0	
118	UW Wladiwostok	24,0	24,0

Außerhalb der vorstehend erwähnten zwischenregionalen Überlandnetze verbleiben auch im Jahre 1937 zahlreiche regionale Kraftwerkgruppen, die gewissermaßen als Urzellen der zukünftigen regionalen Überlandnetze (z. B. in Westrußland und in Archangelsk) bzw. als Stützpunkte für die zwischenregionalen Hochspannungsverbindungen des geplanten, das ganze Land umspannenden Einheitsnetzes (z. B. die Anlagen an der Wolga und an der Eisenbahn Kasan—Swerdlowsk) zu betrachten sind. Zahlentafel 5 enthält neben einer Übersicht der zwischenregionalen Überlandnetze die wichtigsten Angaben auch über diese einzelnen Kraftwerkgruppen.

Digitized by Google

Zahlentafel 5. Übersicht der Kraftwerkgruppen im Überlandnetz der UdSSR (voraussichtlicher Stand am 31. XII. 1937).

Benennung der Kraftwerkgruppen	angeschlossene Kraftwerkgruppen		zum Anschluß vorbereitete Kraftwerkgruppen	
	Zahl der Kraftwerke	inst. Leistung in MW	Zahl der Kraftwerke	inst. Leistung in MW
1. Südrussisches zwischenregionales Überlandnetz	39	2350,7	14	212,5
2. Zentralrussisches zwischenregionales Überlandnetz	30	1996,3	6	178,5
3. Ostrussisches zwischenregionales Überlandnetz	25	1137,8	4	134,0
4. Leningrader Überlandnetz	13	762,4	3	31,1
5. Sibirisches Überlandnetz	10	352,8	—	—
6. Transkaukasisches Überlandnetz	12	344,1	9	419,0
7. Mittelasiatisches Überlandnetz	11	297,5	2	32,5
8 Überlandnetz der Kola-Halbinsel	4	119,0	—	—
9. Kraftwerkgruppe Brjansk	4	70.0	—	—
10. Kraftwerkgruppe Kijew	5	75,6	—	—
11. Kraftwerkgruppe Ridder (Semipalatinsk)	4	45,6	1	15,0
12. Westrussisches Überlandnetz	4	55,0	3	32,0
13. Kraftwerkgruppe Irkutsk	2	33,0	—	—
14. Überlandwerk Samara	1	36,0	—	—
15. Kraftwerkgruppe Saratow	4	47,5	—	—
16. Kraftwerkgruppe Chabarowsk	2	30,0	—	—
17. Kraftwerkgruppe Wladiwostok	2	33,0	—	—
18. Kraftwerkgruppe Astrachan	2	29,8	—	—
19. Kraftwerkgruppe Archangelsk	3	23,4	—	—
Summe	177	7839,5	42	1054,6

Die Entstehung der großen zwischenregionalen Überlandnetze erfordert eine Beschleunigung des bislang verhältnismäßig zurückgebliebenen Ausbaues der Hochspannungsverbindungen. Das diesbezügliche Programm des zweiten Fünfjahrplanes sieht für die Jahre 1933 bis 1937 die Inbetriebnahme von etwa 16 000 km neuer Hochspannungslinien mit Spannungen von 38 bis 220 kV vor; für Hochspannungsverbindungen innerhalb einer Kraftwerkgruppe soll dabei die Spannung von 38 kV, für die regionalen Verbindungen eine solche von 110 kV und für die zwischenregionalen Anschlüsse die Hochspannung von 220 kV zur Anwendung gelangen[4]). Entsprechend dieser Einteilung soll sich bis Ende 1937 folgende Zusammensetzung des russischen Hochspannungsnetzes ergeben:

Linien mit einer Betriebspannung von 22 kV:	1200 km	(4,6 %)
" " " " " 38 " :	10500 "	(40,0 %)
" " " " " 110 " :	12430 "	(47,3 %)
" " " " " 160 " :	480 "	(1,8 %)
" " " " " 220 " :	1640 "	(6,3 %).

Der Kraftwerkbetrieb und die Ausrüstung.

Dank der fortschreitenden Verbindung einzelner Kraftsysteme untereinander wird die Möglichkeit einer Verbundarbeit dieser Systeme erreicht und die Ausnutzung der installierten Leistung gesteigert. Planmäßig soll die Ausnutzung der installierten Leistung bei allen Kraftwerken der UdSSR von 3100 kWh im Jahre 1932 auf 3800 kWh im Jahre 1937 gesteigert werden. Bei den an regionale Sammelschienen angeschlossenen Kraftwerken dürfte die Ausnutzung der installierten Leistung im Jahre 1937 4100 bis 4200 h erreichen, während in den einzelnen besonders stark beanspruchten zwischenregionalen Überlandnetzen noch höhere Werte (4400 bis 4700 h) erwartet werden.

Der volkswirtschaftliche Nutzen der gesteigerten Ausnutzung der installierten Leistung soll durch die fortschreitende Erschließung und Benutzung örtlicher Energiequellen ergänzt und gesteigert werden. Insbesondere sollen auch künftighin die minderwertigen und kalorienarmen Brennstoffe und die örtlichen Wasserkräfte ausgenutzt werden, während die Benutzung ortsfremder Brennstoffe und namentlich der in der russischen Brennstoffbilanz noch immer stark vertretenen Erdölprodukte auf ein Minimum verringert werden soll. Zahlentafel 6 veranschaulicht die Anteile einzelner Energiequellen an der Stromerzeugung russicher Kraftwerke.

Wie ersichtlich, erfährt der Anteil der Wasserkraftanlagen eine besonders auffallende Steigerung. Diese Erscheinung ist insofern erklärlich, als die Gesamtleistung der Wasserkraftwerke bis zum 1. I. 1938 auf rd. 1,6 Mill kW gebracht werden soll. Neben dem bekannten Dnjepr-Kraftwerk, das demnächst seine volle Ausbauleistung (558 000 kW) erhält, kommen im Laufe des Jahrfünfts 1933 bis 1937 insgesamt 14 größere Wasserkraftwerke mit insgesamt 0,9 Mill kW installierter Leistung und zahlreiche kleinere Anlagen in Betrieb. Bei den Neubauten wird dabei, zum Unterschied von der bisherigen Gepflogenheit, vereinzelte Wasserkraftwerke auszuführen, der Ausbau geschlossener Flußsysteme bevorzugt, der nach Möglichkeit mit verkehrswirtschaftlicher oder bewässerungstechnischer Erschließung des betreffenden Flußlaufes verbunden sein soll. Die meisten Bauten dieser Art entfallen auf Nordwestrußland (Ausbau der Swir und der Niwa, Vorbereitung zur Errichtung der Wasserkraftwerke an dem neuerbauten Kanal Onegasee—Weißes Meer), Kaukasus (Sewanga-Sange-System) und Russisch-Mittelasien, wo der Ausbau des Tschirtschik-Systems (insgesamt 10 Anlagen mit einer Ausbauleistung von 1,6 Mill kW) mit der Inangriffnahme der Wasserkraftwerke Tschirtschik I und Tschirtschik II beginnt.

Zahlentafel 6. Anteil der wichtigsten Energiequellen an der Stromerzeugung der UdSSR.

Energiequellen	% der Stromerzeugung im Jahre 1932	% der Stromerzeugung im Jahre 1937
ortsfremdes Erdöl	19,6	3,9
ortsfremde Steinkohlen	14,2	17,3
Braunkohlen aus örtl. Vorkommen	8,5	12,0
Steinkohlen aus örtl. Vorkommen	23,2	25,4
Torf aus örtl. Vorkommen	16,3	18,0
Erdöl aus örtl. Vorkommen	8,8	3,4
Holz und örtl. Holzabfälle	2.1	0,5
Wasserkräfte	7,3	19,5
	100,0 = 13,4 Mrd kWh	100,0 = 38,0 Mrd kWh

Besonders wichtig ist der im Laufe des Jahrfünfts 1933 bis 1937 beginnende Ausbau der Wasserkräfte der Wolga und ihrer Nebenflüsse, der sich allerdings bis zum Jahre 1937 noch nicht auswirken wird, da die betreffenden Anlagen erst in den Jahren 1938 bis 1940 in Betrieb kommen sollen. Es handelt sich hierbei um 4 Wasserkraftwerke an der Oberen Wolga, die eine Ausbauleistung von insgesamt 0,45 Mill kW aufweisen; durch die Errichtung dieser Anlagen wird neben der kraftwirtschaftlichen Aufgabe das Ziel verfolgt, sowohl im Oberlauf als auch im Unterlauf der Wolga eine durchgehende und beständige Schiffahrtstiefe von mindestens 3,5 m zu erreichen. Zu demselben Bauvorhaben gehört das Wasserkraftwerk bei Lewschino an der Kama (Ausbauleistung: 0,36 Mill kW), das ähnliche Aufgaben in bezug auf den Fluß Kama verfolgt, sowie die Kraftwerke an den gegenwärtig im Bau bzw. in Bauvorbereitung befindlichen Kanälen Moskau—Wolga und Wolga—Don.

Neben den Wasserkraftwerken zeichnen sich die Fernheiz-Kraftwerke durch eine ebenso intensive Entwicklung aus; ihr Anteil an der gesamten installierten Leistung der russischen Kraftwerke, der im Jahre 1932 kaum 11 % betrug (0,51 Mill kW von insgesamt 4,60 Mill kW), soll im Jahre 1937 rd. 25 % erreichen (2,8 Mill kW von 10,9 Mill kW). Eine derartige Steigerung wird erklärlich, wenn man berücksichtigt, daß in den einzelnen Bezirken die Wärmekraftwerke künftigkin fast ausschließlich als Fernheizwerke errichtet werden sollen. So wird z. B. im nordwestrussischen Überlandnetz nur noch das Überlandwerk Dubrowka als Kondensationsanlage gebaut; alle anderen im Bau befindlichen bzw. in Aussicht genommenen Kraftwerke dieses Gebietes stellen Fernheizanlagen dar. Auch im zentralrussischen Überlandnetz wird das Überlandwerk Bobriki als letzte Kondensationsanlage errichtet. Die Eigenanlagen der Industriewerke sollen ebenfalls fast ausnahmslos als Fernheizwerke gebaut werden, so daß der Anteil der Fernheizwerke an der Leistung der neuen, im Laufe des Jahrfünfts 1933 bis 1937 in Betrieb tretenden Wärmekraftanlagen fast 45 % erreichen soll (2,3 Mill kW von insgesamt 5,2 Mill kW). Die gesamte Wärmeabgabe aller Fernheizwerke der UdSSR soll im Jahre 1937 rd. 20 Bill kcal erreichen, wobei die Betriebslänge der Fernheizleitungen 500 bis 600 km (davon 90 km in Moskau und 70 km in Leningrad) betragen wird.

Die durch den beschleunigten Ausbau der Fernheizanlagen erzielte Steigerung des Nutzeffektes russischer Wärmekraftwerke soll durch fortgesetzte Betriebsrationalisierung noch mehr gefördert werden. Zu den einschlägigen Maßnahmen gehören u. a. die Vergrößerung der Kessel- und Generatoraggregate, die Steigerung des Kesseldruckes und die Vervollkommnung der Feuerungseinrichtungen. Der Anteil größerer Maschinensätze (mit einer Leistung von 22 000 kW und darüber), der im Jahre 1932 noch 34 % der gesamten installierten Leistung russischer Kraftwerke betrug (1,6 Mill kW von 4,6 Mill kW),

[4]) Die für das Verteilungsnetz des Dnjepr-Werkes benutzte Spannung von 161 kV muß als einzige Ausnahme dieser Einteilung angesehen werden; sie soll künftighin nicht mehr angewandt werden.

Digitized by Google

soll bis zum Jahre 1937 auf 55 % gesteigert werden (6,06 Mill kW von 10,9 Mill kW). In den größeren im Laufe des Jahrfünfts 1933 bis 1937 neu zu errichtenden Kondensationsanlagen sollen neben einigen wenigen Maschinensätzen von 100 000 kW fast ausnahmslos nur Aggregate zu 25 000 bis 50 000 kW zur Aufstellung gelangen; auch in den Fernheizwerken, die bis jetzt meistens kleinere Maschinensätze (6000 und 12 000 kW) benutzten, sollen künftighin vorwiegend größere Heizaggregate (22 000, 24 000, 25 000 und 50 000 kW) angewandt werden. Parallel mit dieser Steigerung der Aggregatgröße, die von einer entsprechenden Vergrößerung der Kesselsätze begleitet wird, soll sich die weitere Einbürgerung des Hochdruckdampfes in den russischen Kraftwerken vollziehen (während Ende 1932 die Leistung der mit einem Betriebsdruck von 60 at und darüber arbeitenden Anlagen nur 87 100 kW betrug, soll sie bis Ende 1937 etwa 560 000 kW erreichen, von denen rd. 420 000 kW auf die Fernheizwerke Moskau III, Moskau V, Leningrad VII, Sormowo und Beresniki entfallen werden).

Weitere Rationalisierungsmaßnahmen der russischen Kraftwerke betreffen vor allem die organisatorische Vervollständigung des Kraftwerkbetriebes (Automatisierung der Betriebsleitung, Verbesserung der zwischenregionalen Kraftwerkverbindungen, Vereinfachung der Betriebschemata usw.) und die Verbesserung der Brennstoffbewirtschaftung durch die Vervollkommnung der Feuerungen, deren Arbeit noch immer zu zahlreichen Klagen Anlaß gibt. Durch die fortgesetzte Förderung der verbesserten Staubfeuerungsysteme bei den Neubauten sowie durch den Umbau der bereits vorhandenen Kessel (z. B. durch den Einbau der Schirme, Überhitzer und Vorwärmer), sollen nicht nur die bestehenden Mängel der Feuerungseinrichtungen beseitigt, sondern auch die bisher erreichten Brennstoff-Verbrauchswerte weiter herabgesetzt werden (diesbezügliche Planvoranschläge sehen für das Jahr 1937 einen Brennstoffverbrauch von 0,66 kg je erzeugte kWh an Stelle von 0,84 kg im Jahre 1932 vor).

Die vorstehend erläuterten Maßnahmen im Zusammenhang mit der Beseitigung wichtiger organisatorischer und technischer Mängel der russischen Kraftwerke (mangelhafte Personalausbildung bei übersteigertem Personalbestand, Mißverhältnis zwischen installierter Kessel- und Generatorleistung, unregelmäßige, oftmals stockende Brennstoffversorgung bei unbeständiger Brennstoffbeschaffenheit, ungenügende Wasser- und Brennstoffaufbereitung usw.) sollen die russische Energiewirtschaft instand setzen, nicht nur den vorhandenen im stetigen Wachsen begriffenen Arbeitsbedarf des Landes restlos zu decken, sondern auch eine ausreichende Leistungsreserve heranzubilden, deren gegenwärtiger Mangel, namentlich in den wichtigsten Industriegebieten und größeren Städten, erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Darüber hinaus sollen sie eine empfindliche Herabsetzung der Stromselbstkosten ermöglichen (um 29 %) und damit die für die weitere Entwicklung des russischen Energieverbrauches nötigen wirtschaftlichen Voraussetzungen schaffen.

Soweit das amtlich bestätigte Programm. Es kann nicht geleugnet werden, daß es im großen und ganzen einen weitaus günstigeren Eindruck hinterläßt, als das in vielen Beziehungen ausgesprochen übersteigerte Programm des ersten Fünfjahrplanes, dessen Durchführung (namentlich in bezug auf die Stromerzeugung) dementsprechend hinter dem Plan-„Soll" nicht unbeträchtlich zurückblieb. Wenn auch die Größe der von dem zweiten Fünfjahrplan an die russische Energiewirtschaft gestellten Forderungen keinesfalls verkannt werden darf, scheint ihre Erfüllung eher möglich zu sein, als dies bei dem ersten Fünfjahrplan der Fall war. So ist z. B. die für das Jahr 1937 planmäßig vorgesehene Ausnutzung der installierten Kraftwerkleistung (3800 h) geringer als die entsprechende Annahme des ersten Fünfjahrplanes (4000 h) und das Stromerzeugungsprogramm des Jahres 1937 dementsprechend weitaus wirklichkeitsnäher, als jenes für das Jahr 1932/33. Auch das Bauprogramm des zweiten Fünfjahrplanes erscheint durchführbar, wenn man berücksichtigt, daß von der gesamten bis Ende 1937 neu in Betrieb zu nehmenden Kraftwerkleistung (6,4 bis 6,5 Mill kW) beinahe die Hälfte (rd. 3,0 Mill kW) sich bereits 1932 im Bau befand. Von den restlichen 3,4 bis 3,5 Mill kW entfallen mindestens 1,2 Mill kW auf die Erweiterung bestehender Anlagen und nur die restlichen 2,2 bis 2,3 Mill kW auf vollständig neue, erst nach dem Jahre 1932 begonnene Kraftwerkbauten. Berücksichtigt man ferner, daß Ende 1928, d. h. zu Beginn der Laufzeit des ersten Fünfjahrplanes, sich nur wenige Kraftwerke mit einer installierten Leistung von höchstens 1,1 Mill kW im Bau bzw. in Erweiterung befanden und von den neu in Angriff zu nehmenden Bauten (mit insgesamt 2,7 bis 2,8 Mill kW) die meisten (mit rd. 1,6 bis 1,7 Mill kW) ausgesprochene Neubauten darstellten, so erscheint das Bauprogramm des zweiten Fünfjahresplanes nur unwesentlich schwieriger als jenes für das Jahrfünft 1928/29 bis 1932/33 und die vorstehend ausgesprochene günstige Einschätzung seiner Durchführungsmöglichkeiten durchaus gerechtfertigt.

Immerhin dürfte die Durchführung dieses Programmes auf manche Schwierigkeiten stoßen, zumal die elektrotechnische Industrie der UdSSR, ungeachtet ihrer großen Fortschritte, kaum imstande sein wird, allen Anforderungen der russischen Kraftwerke restlos zu entsprechen. Angesichts dieser Schwierigkeiten darf man, trotz der neuerdings immer stärker betonten autarkischen Tendenzen der russischen Wirtschaftsstellen, annehmen, daß der Anteil des Auslandes an der Durchführung der im zweiten Fünfjahrplan vorgesehenen Elektrisierungsarbeiten nicht unbeträchtlich sein wird. U. a. dürften sich die Lieferungsmöglichkeiten bei folgenden Kraftwerkseinrichtungen ergeben:

a) Ausrüstungen für Hochdruck-Wärmekraftwerke, insbesondere für Hochdruck-Fernheizwerke.
b) Anlagen für zentrale Betriebskontrolle, insbesondere für ausgedehnte Überlandnetze.
c) Schutzanlagen für Stromverteilungsnetze.
d) Neueste Typen von Stromgleichrichtern, Schaltern usw., insbesondere für Höchstspannungen (220 kV und darüber).
e) Neueste Typen der Kraftwerk-Hilfsausrüstungen (Wasser- und Brennstoff-Aufbereitungsanlagen, Meß- und Meldegeräte usw.).

Die Gleichstrom-Regelkurve des ohmschen Spannungsteilers.

Von Dipl.-Ing. **Heinz Freytag**, Berlin.

Übersicht. Es werden die Regelverhältnisse des ohmschen Spannungsteilers bei Gleichstrom erörtert und ein Nomogramm für die Schar der Regelkurven angegeben.

Der ohmsche Spannungsteiler (Potentiometer) findet als Regler in der Stark- und Schwachstromtechnik, vor allem bei Laboratoriumsarbeiten, häufig Anwendung, weil er Spannung und Strom bequem bis auf Null herab zu regeln gestattet, was bei der Vorwiderstandschaltung nur angenähert und unter Aufwendung sehr großer Widerstände möglich ist. Im Gegensatz zum induktiven Spannungsteiler (Regel-Spartransformator), bei dem die Sekundärklemmenspannung von der Größe der Belastung nur wenig beeinflußt wird, besteht bekanntlich beim ohmschen Spannungsteiler eine starke Abhängigkeit der Ausgangsklemmenspannung von der Größe des Verbraucherwiderstandes. In der Fachliteratur sind über die Regelungseigenschaften des ohmschen Spannungsteilers kaum Angaben zu finden; die folgenden Zeilen sollen helfen, diese Lücke auszufüllen.

Es bedeuten (vgl. hierzu Abb. 1)

U die dem Spannungsteiler zugeführte (konstante) Gleichspannung (in Volt),

I den dem Spannungsteiler zugeführten Strom (in Ampere),

i den Strom (in Ampere) durch den angeschlossenen Verbraucher mit dem Widerstand v (in Ohm),

$\lambda \cdot r$ den zwischen den Klemmen C und D liegenden Teil des Spannungsteilerwiderstandes r $(0 \leq \lambda \leq 1)$,

σ die Entfernung des Schiebers (Schleifkontaktes) von der Stellung $i = 0$ in Bruchteilen des Gesamtweges $(0 \leq \sigma \leq 1)$,

$i' = i/i_{max}$ den „Relativstrom", d. h. den jeweiligen Verbraucherstrom in Bruchteilen des maximalen $(0 \leq i' \leq 1)$.

Digitized by Google

Als Maß für die Schieberstellung kann entweder λ oder σ benutzt werden. Bei Gleichteilung (gleichmäßiger räumlicher Verteilung des Widerstandes r längs des Schieberweges) ist $\lambda = \sigma$.

Nach den Kirchhoffschen Sätzen erhalten wir für den Zusammenhang zwischen dem Strom i und der (in Ohm gemessenen) Schieberstellung λ die Gleichung

$$i = \frac{U\lambda}{v + r(\lambda - \lambda^2)}, \qquad (1)$$

woraus durch Einführung des Widerstandsverhältnisses $k \equiv v/r$ mit $i_{max} = U/v$ für den Relativstrom i' sofort folgt:

$$i' = \frac{i}{i_{max}} = \frac{k\lambda}{k + \lambda - \lambda^2}. \qquad (2)$$

Dies ist die Gleichung der „ohmschen Regelkurve", im Gegensatz zur „Weg-Regelkurve", die den Zusammenhang zwischen dem Relativstrom und dem Schieberweg σ angibt. Der Verlauf der ohmschen Regelkurve ist durch das Verhältnis k des Verbraucherwiderstandes zum Spannungsteilerwiderstand bestimmt. Abb. 2 zeigt die ohmschen Regelkurven $i' = f(\lambda)$ für die Werte $k = \infty$; 1; 0,2; 0,05. Einigermaßen geradlinig ist die Regelkurve nur bei sehr großen Werten von k (genau genommen nur für $k = \infty$). Je kleiner k gewählt wird, desto gekrümmter verläuft die Regelkurve, desto ungleichförmiger ist bei Gleichteilung die Regelung. Da im allgemeinen eine möglichst gleichmäßig ansteigende Regelkurve erwünscht ist, empfiehlt es sich, bei Gleichteilung k nicht kleiner als etwa ¼ zu wählen, d. h. bei gegebenem Verbraucherwiderstand v den Widerstand des Spannungsteilers r nicht größer als $4v$ zu machen. Das naheliegende Bestreben, zugunsten der Regelung k recht groß zu wählen, verbietet sich aus wirtschaftlichen Gründen, da dann der Wirkungsgrad der Regelungseinrichtung zu schlecht wird. Letzterer ergibt sich für die Endstellung des Schiebers ($\lambda = 1$) zu $\eta_1 = 1/(1 + k)$. Z. B. beträgt η_1 nur noch 20 % für $k = 4$.

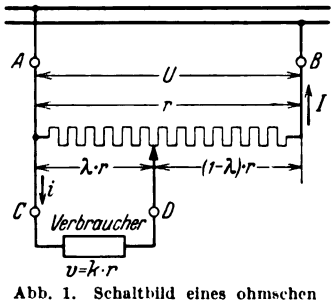


Abb. 1. Schaltbild eines ohmschen Spannungsteilers.

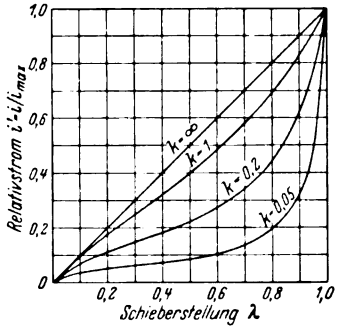


Abb. 2. Ohmsche Regelkurven für verschiedene Werte des Verbraucherwiderstandes k des Verbraucherwiderstandes zum Spannungsteilerwiderstand.

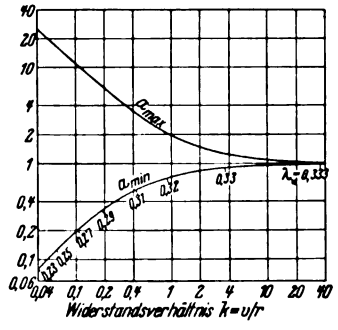


Abb. 3. Höchst- und Kleinstwert des Anstieges der ohmschen Regelkurve abhängig von k.

Ein Maß für die Ungleichförmigkeit der Regelung bildet der Anstieg der Regelkurve:

$$a = \frac{\partial i'}{\partial \lambda} = \frac{k(k + \lambda^2)}{(k + \lambda - \lambda^2)^2}. \qquad (3)$$

$\partial^2 i'/\partial\lambda^2 = 0$ gesetzt, liefert in bekannter Weise die Bedingungsgleichung für den Kleinstwert des Anstieges a für beliebiges k:

$$\lambda^3 + 3\lambda k - k = 0. \qquad (4)$$

Bezeichnet man die brauchbare Wurzel dieser Gleichung mit λ_*, so wird $a_{min} = \lambda_*^3 : (1 - 2\lambda_*)^3$.

Der Größtwert des Anstieges liegt stets bei $\lambda = 1$ und beträgt

$$a_{max} = 1 + \frac{1}{k}. \qquad (5)$$

In Abb. 3 sind die Kleinst- und Größtwerte des Anstieges a über dem Widerstandsverhältnis k in logarithmischen Koordinaten aufgetragen. Der Kurve für a_{min} sind die zugehörigen Werte von λ_* (der Stelle des Minimums für das betreffende k) beigeschrieben.

Die Berechnung des Relativstroms i' aus λ und k ist an Hand von Gl. (1) verhältnismäßig einfach. Erheblich mehr Mühe macht die umgekehrte Aufgabe, zu einem bestimmten verlangten Relativstrom bei gegebenem k die Schieberstellung λ zu ermitteln, da es sich jetzt um die Auflösung der in bezug auf λ quadratischen Gl. (2) nach λ handelt. Diese Aufgabe liegt z. B. dann vor, wenn durch ungleichförmige Widerstandsverteilung eine geradlinige Weg-Regelkurve $i' = f(\sigma)$ erzwungen werden soll, was sich streng genommen nur jeweils für einen Wert von k verwirklichen läßt. In diesem Falle müßte die Gl. (2) so oft nach λ aufgelöst werden, als Widerstandsstufen gebildet werden.

Man kann natürlich die ohmsche Regelkurve für das betreffende k gemäß Abb. 2 aufzeichnen und die Werte λ der Kurve entnehmen. Für beliebige Werte von k leistet dies die Leitertafel Abb. 4, die sämtliche ohmsche Regelkurven von $k = 0$ bis $k = \infty$ in sich vereinigt. (Neben der k-Leiter ist noch der obenerwähnte Wirkungsgrad η_1 aufgetragen.) Zusammengehörige Werte von k, λ und i' liegen immer auf einer Geraden. Das eingezeichnete Beispiel zeigt, wie aus $k = 1$ und $i' = 0{,}520$ $\lambda = 0{,}640$ gefunden wird. Nach Ermittlung der Wertepaare i', λ ist es dann ein leichtes, die Widerstands - Weg - Funktion $\lambda = \varphi(\sigma)$ zu bestimmen. Es versteht sich von selbst, daß sich aus der Leitertafel auch Weg-Regelkurven von beliebiger anderer Art bequem ermitteln lassen, z. B. mit logarithmischem Verlauf. Auch beim Aufsuchen derjenigen Widerstandsverteilung, die innerhalb eines bestimmten Bereiches von k (entsprechend der Verschiedenheit der Verbraucherwiderstände) die geringsten Abweichungen von der gewünschten Form der Weg-Regelkurve liefert, leistet das Nomogramm gute Dienste.

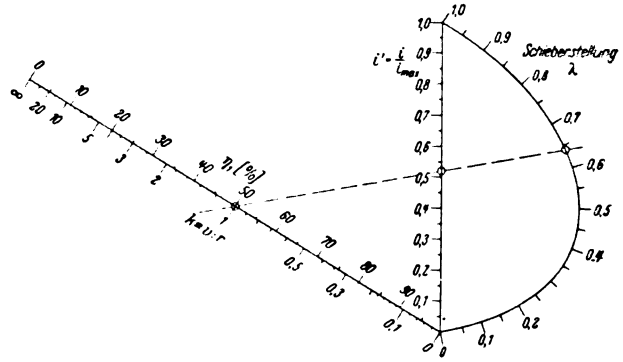


Abb. 4. Leitertafel für die Gleichung der ohmschen Regelkurve:

$$i' = \frac{k\lambda}{k + \lambda - \lambda^2}.$$

Der Leitertafel liegen die Leitern

$$x_1 = -100\,k \qquad y_1 = 0$$
$$x_2 = 0 \qquad y_2 = 100\,i'$$
$$x_3 = 100\,(\lambda - \lambda^2) \qquad y_3 = 100\,\lambda$$

zugrunde, die durch projektive (perspektivische) Verzerrung gemäß der Abbildungsmatrix

$$\begin{vmatrix} 2 & 0 & 0 \\ -1{,}2 & 1{,}5 & 0 \\ -0{,}01 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

in die folgenden Leitern umgewandelt wurden:

$$X_1 = \frac{-200\,k}{k+1} \qquad Y_1 = \frac{120\,k}{k+1}$$
$$X_2 = 0 \qquad Y_2 = 150\,i'$$
$$X_3 = \frac{200\,(\lambda - \lambda^2)}{-(\lambda - \lambda^2) + 1} \qquad Y_3 = \frac{-120\,(\lambda - \lambda^2) + 150\,\lambda}{-(\lambda - \lambda^2) + 1}.$$

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Feuchte, verschmutzte Oberfläche von Hochspannungsisolatoren als Ursache von Rundfunkstörungen. — Die Erfahrungen zeigen, daß Entladungen an feuchten, schmutzigen Isolatoren den Rundfunk erheblich stören, wogegen die Korona der Leiter in Luft im allgemeinen keinen derartig nachteiligen Einfluß ausübt, weil der Durchbruch bei ihr allmählich erfolgt und die Energieausbreitung nur gering ist. W. A. Hillebrand und C. J. Miller untersuchten daher den Mechanismus der Entladungen an verunreinigten und nassen Isolatorenoberflächen im Zusammenhang mit der Art der Störungen, die das Rundfunkempfangsgerät beeinflussen[1]).

Der Naßüberschlag eines Isolators setzt zwischen flüssigen Elektroden ein und wird durch elektrostatische Kräfte unterstützt, die die Wassertropfen zerstäuben und leitende Stoffe in den Weg des Lichtbogens bringen. In Abb. 1 ist z. B. vergleichsweise die Durchbruchspannung einer Funkenstrecke bei 60 Hz in Luft zwischen metallischen und flüssigen Elektroden dargestellt. Die flüssigen Elektroden waren bei diesem Versuch in der Weise hergestellt, daß Glasstreifen von denselben Abmessungen wie die der metallischen Elektroden mit einer dicken Schicht Salzwassers bedeckt wurden. Von einer bestimmten Spannung ab, bei der der Flüssigkeitsfilm an seinen Grenzen durch die elektrostatischen Kräfte zerrissen wird und leitender Stoff in die Funkenstrecke sprüht, findet der Überschlag zwischen den Flüssigkeitselektroden bei Vergrößerung der Schlagweite nur mit verhältnismäßig geringer Spannungszunahme statt. Der Spannungsabfall zwischen dem Leiter und dem oberflächlich einem Isolator anhaftenden Wasserfilm bewirkt dabei den Durchbruch der benachbarten Luftschichten und hat Rundfunkstörungen zur Folge, die bereits bei Spannungen weit unterhalb der an einem gleichartigen, nicht mit einem leitenden Wasserfilm behafteten Isolator sich ergebenden Überschlagspannung liegen. Starke Luftfeuchtigkeit setzt an sich die Überschlagspannung eines Isolators nicht herunter. Da sonst freie Ionen in der Luft durch Wasserdampf und Nebel eingefangen und weniger beweglich werden, hat Luft bei 100 % Feuchtigkeit die größte dielektrische Festigkeit[2]). Zur Aufrechterhaltung eines Lichtbogens über die Isolatoroberfläche scheint ein Strom zwischen 3 bis 60 mA erforderlich zu sein. Solange die Stromstärke des Lichtbogens durch den ohmschen Widerstand des mit ihm in Reihe liegenden Wasserfilms begrenzt wird, besteht keine Gefahr des vollendeten Überschlages. Dieser tritt vielmehr erst dann ein, wenn der Wasserfilm eine solche Dicke und Ausdehnung erlangt hat, daß die sichtbaren Teilentladungen auf der Isolatorenoberfläche verschwinden und der Oberflächenwiderstand sich merkbar verringert hat.

Der die Isolatoroberflächen mehr oder weniger bedeckende Flüssigkeitsfilm hat weiter die Wirkung, daß er einen Nebenschluß zu den Teilkapazitäten[3]) des Isolators darstellt. Bei der Überbrückung einer Teilkapazität des Isolators durch eine Teilentladung bei einer Spannung, die infolge der durch die Nebenschlußwiderstände des Wasserfilmes zu den anderen Teilkapazitäten bedingten, ungleichförmigen Spannungsverteilung viel niedriger ist, als wenn diese Nebenschlußwiderstände nicht vorhanden wären, entlädt sich die Kapazität der Leitung plötzlich in Schwingungen, die als elektromagnetische Wellen ausgestrahlt werden und zu den erwähnten Rundfunkstörungen Anlaß geben.

Zur Nachprüfung dieser Überlegungen wurden nahe der Küste des Pazifischen Ozeans auf einer Hochspannungsleitung befindliche, verschmutzte Isolatoren gewaschen und die durch das Waschwasser gewonnenen festen Niederschläge auf die Oberfläche einer als Dielektrikum dienenden Glasplatte in einer Gleitanordnung gebracht, deren Elektroden über einen Oszillographenstromwandler und einen Hochfrequenztransformator mit den Klemmen eines Hochspannungstransformators verbunden waren. Der Hochfrequenztransformator war mit einem Rundfunkempfänger mit Lautsprecher, Mikrovoltzeiger und Oszillograph verbunden, um den Einfluß der relativen Feuchtigkeit auf die Rundfunkstörungen infolge der Entladungen über die verschmutzte Oberfläche der Glasplatte messend und oszillographisch verfolgen zu können. Zwecks Regelung der Luftfeuchtigkeit war der Kondensator in einem dichten Kasten eingeschlossen, durch den Luft gewünschten Feuchtigkeitsgehaltes hindurchströmen konnte. Abb. 2 läßt die am Rundfunkempfänger gemessene Störspannung in Mikrovolt abhängig von der rel. Feuchtigkeit erkennen, wobei die an den abgerundeten Elektroden des Kondensators befindliche, normalfrequente Spannung 250 V betrug. Wenn es möglich gewesen wäre, die rel. Feuchtigkeit bis auf den Sättigungswert zu steigern, so würde die Schaulinie bei 100 % rel. Feuchtigkeit wahrscheinlich plötzlich auf Null herabgesunken sein, da in diesem Punkte der Wasserfilm so stark geworden wäre, daß er lediglich als Nebenschlußwiderstand wirkt, wobei alle plötzlichen Stromänderungen und damit die Rundfunkstörungen wegfallen. Tatsächlich wurde auch an der Küste von Muir Beach des Pazifischen Ozeans beobachtet, daß die von der Kraftleitung ausgehenden Rundfunkstörungen bei verschmutzten Isolatoren mit Steigerung der Luftfeuchtigkeit zunehmen, einen Höchstwert erreichen und sich sodann in dem Maße verringern, als die Isolatoroberflächen völlig benetzt werden. Die Schaulinie Abb. 2 ist übrigens ganz ähnlich der von Yager[1]) für die Adsorption an sauberen Glasoberflächen und für die elektrische Leitfähigkeit gefundenen. (Sie entspricht durchaus den Schaulinien, die Weicker, s. a. O., in Abb. 40 seiner Dissertation für die Funkenspannung an drei verschieden großen Isolatoren in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit gibt. [Der Berichter.])[2]).

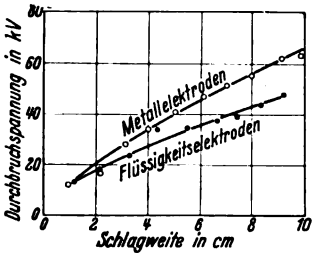


Abb. 1. Durchbruch einer Luftfunkenstrecke zwischen Metall- und Flüssigkeitselektroden bei 60 Hz.

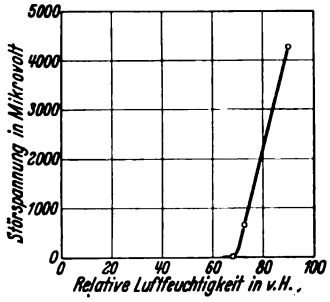


Abb. 2. Störspannung im Rundfunkempfänger bei verschiedenen rel. Luftfeuchtigkeiten.

Weitere Untersuchungen wurden auf einem Abzweig der 11 kV-Leitung von Alto nach Bolinas der Pacific Gas & Electric Co., Kalifornien, mit den gleichartigen Meßgeräten wie vorbeschrieben angestellt. Diese nahe der Meeresküste gelegene Strecke wurde deshalb gewählt, weil die auf ihr befindlichen Stützenisolatoren der Weitschirmausführung bei Betriebspannung im trockenen und reinen Zustande frei von Korona an der Stütze und dem Bindedraht sind und anderseits die Isolatoren einer wohlbekannten Verschmutzung durch Salznebel vom Ozean unterliegen. Die Versuchsergebnisse auf der Strecke entsprechen im wesentlichen den bereits im Versuchsfeld ermittelten, insofern mit zunehmender rel. Luftfeuchtigkeit auch die gemessenen Hochfrequenzstörspannungen zunahmen. Bemerkenswert ist, daß die auf dieser Strecke festgestellten Rundfunkstörungen sich vornehmlich auf fünf bestimmten Frequenzen zwischen 630 und 1290 kHz ausprägten, wofür eine befriedigende Erklärung allerdings nicht gefunden werden konnte. Auf anderen Strecken hat eine solche Feststellung nicht getroffen werden können, und es wurde auch nach den vorliegenden Erfahrungen keine Beschränkung der Störungen auf so wenige Frequenzen gefunden. Die allgemeine Erfahrung, daß sich die Störungen rasch mit zunehmender Entfernung von der störenden Leitung verringern und selten über etwa 1 km von dieser erstrecken, wurde auch im vorliegenden Falle bestätigt. Die chemische Untersuchung der Salzablagerungen auf den Isolatoren von Muir Beach ergab hygroskopisches Magnesiumchlorid als Hauptbestandteil. Die Analyse der Ablagerungen auf den Isolatoren zeigte ferner ein Verhältnis der Magnesium- zu den Chlorionen,

[1]) Siehe auch S. 449 u. 460 dieses Heftes.
[2]) Die Zunahme der Funkenspannung zwischen Spitzen, sowie an großen und mittelgroßen Isolatoren mit steigender Luftfeuchtigkeit hat bereits W. Weicker festgestellt. Vgl. Dissertation, Dresden, 1910.
[3]) Vgl. A. Weber, Hescho-Mitt. 1932, S. 1983.

[1]) Bell Laboratories Record, 12. 10. 1933.
[2]) Vgl. a. ETZ 49 (1928) S. 1696.

Digitized by Google

das viermal so groß war als das im Meereswasser gefundene, woraus hervorgeht, daß Magnesiumchlorid eine besondere Neigung zur Ablagerung auf den Isolatoren hat. Die wahrscheinlichste Erklärung hierfür ist, daß andere Salze beim Trocknen vom Wind fortgeblasen werden, wogegen Magnesiumchlorid infolge seiner hygroskopischen Eigenschaften niemals vollkommen trocken wird und haften bleibt. Möglicherweise spielen auch das elektrische Feld und Raumladungen eine besondere Rolle beim Haftenbleiben des Magnesiumchlorids.

Als Abhilfe gegen die Rundfunkstörungen verursachenden feuchten Ablagerungen bleibt das altbekannte, kostspielige Mittel der Isolatorenreinigung. Daneben versprechen letzthin auf den Markt gebrachte Ausführungsformen von Isolatoren geringer Kapazität Aussichten auf Erfolg. (W. A. Hillebrand u. C. J. Miller, jr. Electr. Engng. Bd. 53, S. 1213.) *O. N.*

Die Rundfunk-Störfähigkeit von Isolatoren. — Nach bisherigen amerikanischen Erfahrungen geben in der Hauptsache Stützenisolatoren mit geerdeter Stütze Anlaß zu Rundfunkstörungen[1]). Hängeisolatoren oder Stützenisolatoren mit nicht geerdeter Stütze sind demgegenüber weit weniger störanfällig. Als Hauptquelle der störenden Hochfrequenzenergie werden in Übereinstimmung mit den deutschen Feststellungen[2]) kapazitive Entladungen zwischen dem Leitungsseil bzw. dem Bindedraht und der Isolator-Oberfläche angegeben. — Die in

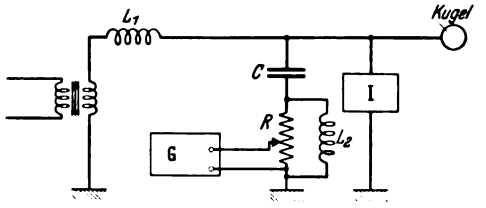
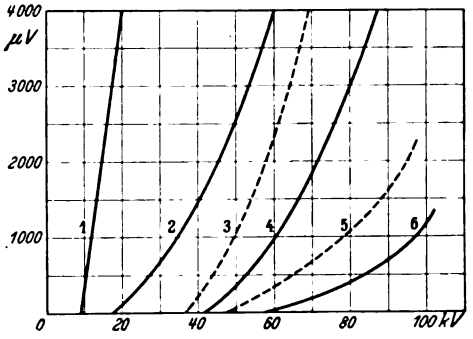


Abb. 3. Versuchsschaltung für Rundfunkstörungs-Messungen.

Amerika vielfach verwendete Verlegung des Leitungsdrahtes in der Scheitel- und nicht in der Halsrille des Stützenisolators dürfte wesentlich dazu beitragen, die Wirksamkeit dieser Entladungen zu erhöhen, da sowohl die Kapazität, als auch die Länge der Berührungstelle zwischen Draht und Porzellan bei dieser Leiteranordnung größer ist. (Der Berichter.) — Neben diesen Erscheinungen am Isolatorkopf spielen Entladungen im Stützenloch eine gewisse Rolle. Die von der Westinghouse El. & Mfg. Co., Derry Pa., verwendete Versuchschaltung ermöglicht eine gewisse quantitative Bestimmung der Störfähigkeit. Der zu untersuchende Isolator *I* ist über eine Hochfrequenzdrossel L_1 an Hochspannung angeschlossen (s. Abb. 3). Parallel zum Isolator liegt ein Kondensator *C*, der über einen Widerstand *R* an Erde gelegt ist. Die vom Isolator ausgehende Hochfrequenzenergie fließt über den Kondensator durch den Widerstand und erzeugt hier einen Spannungsabfall, der mit Hilfe eines Geräuschmessers *G* gemessen wird. Zur Beurteilung der verschiedenen Isolatortypen wird die Abhängigkeit (s. Abb. 4) dieses Spannungsabfalles (in Mikrovolt) von der Höhe der angelegten Hochspannung (in kV) ermittelt. Die Meßergebnisse sind stark von der Versuchsanordnung, besonders von der Impedanz des Meßkreises bei Hochfrequenz abhängig, im Gegensatz z. B. zu den neuesten deutschen Verfahren, die bereits eine gewisse absolute Messung darstellen[3]). (Der Berichter.)

Die rundfunkstörenden Entladungen am Kopf des Stützenisolators lassen sich bekanntlich dadurch vermeiden, daß die Stellen, an denen das Leitungseil anliegt, von vornherein elektrisch leitend gemacht werden. Im vorliegenden Falle wird dazu eine Kupferoxydglasur verwendet, die gleichzeitig mit der Scharffeuerglasur aufgebrannt wird. Die Glasur ist zwar nach dem Brande nicht leitend, durch ein besonderes chemisches Verfahren, unter Zuhilfenahme von Zink und einer Lösung, läßt sich aber nachträglich das Kupferoxyd zu metallischem Kupfer reduzieren. Der metallische Kupferniederschlag wird anschließend verzinnt, um ihn widerstandsfähiger zu machen. Anscheinend läßt man aber einen Teil des Kupferoxydes am Rande des Belages unreduziert, um den Nachteil des frühen Glimmens, wie man es von den bisher üblichen Metallbelegen her kennt, zu vermeiden. In Abb. 4 stellen die Kurven *4* u. *6* Charakteristiken eines 66 kV-Stützenisolators mit einem derartig leitenden Überzug dar.



1 gewöhnlicher Isolator, Stütze geerdet
2 gewöhnlicher Isolator, Stütze ungeerdet
3 asphaltbedeckter Isolator, Stütze geerdet
4 Isolator mit Kupferoxydglasur, Stütze geerdet
5 asphaltbedeckter Isolator, Stütze ungeerdet
6 Isolator mit Kupferoxydglasur, Stütze ungeerdet

Abb. 4[1]). Rundfunkstörfähigkeit verschiedener Stützenisolatoren.

Die Kupferoxydglasur ist natürlich nur für neue Isolatoren verwendbar, für die Verbesserung bereits eingebauter Isolatoren wird die bekannte Verwendung eines Asphaltanstriches an den kritischen Stellen vorgeschlagen, allerdings mit dem richtigen Hinweis darauf, daß die Lebensdauer derartiger Hilfsmittel nicht allzu groß ist. (G. I. Gilchrest, Electr. Engng. Bd. 53, S. 899.)
Obs.

Elektromaschinenbau.

Unsymmetrische Schaltungen der Ständerwicklung des Induktionsmotors. — Durch unsymmetrische Schaltung der einzelnen Phasen der Ständerwicklung eines Drehstrom-Induktionsmotors erhält man die sogenannte V-Schaltung und L-Schaltung. Für diese Schaltungen werden von W. Schuisky die Ströme und die Drehmomente bestimmt. Sowohl die Ströme als auch die Drehmomente ergeben Werte, die zwischen denen liegen, die der Motor in Stern- oder Dreieckschaltung entwickelt. Beide Schaltungen können als Zwischenschaltungen beim Stern-Dreieck-Anlauf benutzt werden. (W. Schuisky, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 11, S. 716.)

Genaue Wirkungsgradbestimmung bei Motoren. — A. Emmerling berichtet über Maßnahmen, mit deren Hilfe der Wirkungsgrad von Motoren auf etwa 0,05 % genau bestimmt werden kann. Das Verfahren ermöglicht eine zuverlässige Feststellung der Zusatzverluste, für die bekanntlich z. Z. in den R.E.M.[2]) und in anderen Normen nur Pauschalwerte vorgesehen sind. Ein Dreileitergleichstromnetz, dessen Spannung durch Schnellregler gehalten wird, speist die Antriebsmotoren (Kompoundmotoren) der Drehstromgeneratoren. Die Spannungskurve dieser Maschinen weicht bei Leerlauf und Belastung höchstens 2 % von der Sinuskurve ab. Man benutzt nur Instrumente (Zwei-Wattmeter-Verfahren) mit besonders günstigen Eichkurven. Meßwandler werden möglichst vermieden. Die Spannungspulen der Volt- und Wattmeter liegen hinter Vorschaltwiderständen direkt am Netz. Die Frequenz wird mittels eines kleinen Synchronmotors, der ein Flüssigkeitstachometer treibt, auf 1 ‰ genau bestimmt. Das Dynamometer (Gleichstrommaschine mit schwenkbarem Ständer) besitzt Kugellager mit zwei konzentrischen Kugelreihen. Ein kleiner Hilfsmotor versetzt den Mittelring in etwa 500 minutliche Schwingungen von ± 7,5 °. Diese Maßnahme vermindert den Einfluß der Reibung im Verhältnis 50 : 1. Ein Differentialgetriebe, auf das einerseits die Welle des untersuchten Motors, anderseits ein vom Netz gespeister Synchronmotor treiben, mißt den Schlupf. Bei Bestimmung des Anzugsmomentes bewegt eine langsam umlaufende Trommel mit einem Seile und zwischengeschalteter Federwaage die auf dem Wellenstumpf des untersuchten Motors sitzende Scheibe über einen so großen Winkelbereich, daß man Höchst- und Mindestwert des Momentes ablesen kann.

[1]) Siehe auch S. 449 u. 459 dieses Heftes.
[2]) R. Vieweg, Elektrizitätswirtsch. 34 (1935) S. 19.
[3]) A. Dennhardt, Elektrizitätswirtsch. 34 (1935) S. 15.

[1]) In dem hier berichteten Aufsatz ist anscheinend in der Legende zu Abb. 4 ein Fehler entstanden bezüglich der Angabe der Stützenerdung. HM.
[2]) VDE 0530/1930

Digitized by Google

Wenn die Hochlaufkurve (Moment in Abhängigkeit von der Drehzahl) aufgenommen werden soll, liegt das Dynamometer in Reihe mit einer Zusatzmaschine, deren Feld geregelt wird, am Netz. Um die Stromverluste der Wicklungen genau in die Berechnung einsetzen zu können, mißt man während der Aufnahme die Widerstände. Jeder einzelne Punkt ist das Mittel aus einer größeren Zahl von Beobachtungen. Die Messung wird von 4 Beobachtern ausgeführt. Das geschilderte Verfahren gibt sicherlich sehr zuverlässige Ergebnisse. Es bedingt aber einen solchen Aufwand an Menschen, Hilfseinrichtungen und Zeit, daß es nur als Laboratoriumsmessung, nicht aber als betriebsmäßige Prüffeldmessung anzusehen ist. A. A. Emmerling, Gen. electr. Rev. Bd. 37, S. 471.) *Ke.*

Apparate und Stromrichter.

Generatorregelung mittels Elektronenröhren. — Druey beschreibt einen Regler mit Elektronenröhren, der die Spannung eines Wechselstromgenerators derart regelt, daß Spannungsschwankungen von 15 % auf $^1/_{100}$ % verringert werden, wobei der Regelvorgang in 7 bis 8 Perioden beendet ist. Die Regelung eines Wechselstromgenerators ist dadurch möglich, daß man zunächst die Wechselspannung gleichrichtet und sie dann in Reihe mit einer Batterie an das Gitter einer Dreielektronenröhre legt. Die Gleichspannung eines nicht belasteten Gleichrichters ist indessen gleich dem Höchstwert der Wechselspannung. Durch die höheren Harmonischen, die sich mit der Belastung des Generators nach Größe und Phase gegenüber der Grundwelle ändern, ist der Höchstwert der Spannung nicht in fester Beziehung mit dem Effektivwert der Wechselspannung, die konstant gehalten werden soll. Mit einem Gleichrichter ohne Vakuum sind die Ergebnisse besser, aber noch längst nicht befriedigend. Es werden immer noch Änderungen bis zu 3 % festgestellt. Besser arbeitete zur Feststellung des Effektivwertes ein Zweielektrodenrohr, dessen Heizfaden vom Wechselstromnetz gespeist wird. Sein Sättigungsstrom ist eine feste Funktion des Effektivwertes der Fadenspannung. Noch besser arbeitet eine einfache Diode, die mit Gleichstrom gespeist wird. Auf dieser wird die Schaltung, die nach Art und Fabrikat der Röhren genau beschrieben ist, aufgebaut.

Der Regler stellt zusammengefaßt nichts anderes dar als einen Verstärker, bei dem der Generator und das Zweielektrodenrohr die Rolle einer Reaktanz spielen. Wie der Generator Spulen enthält und wie die thermische Trägheit des Fadens dieselbe Wirkung wie eine Induktivität hat, sind Schwingungen in einem so empfindlichen System unvermeidlich. Das Mittel, sie zu unterdrücken, ist folgendes: Es wird eine Reaktanz eingeführt, die der bestehenden invers ist, die jedoch nur bei einer Gleichgewichtstörung wirksam wird. Sie beeinflußt jedoch nur die Regeldauer. Die Reaktion wird im vorliegenden Fall verwirklicht durch ein Potentiometer parallel zur Feldspule, der bewegliche Kontakt führt über einen Kondensator zum Gitter der ersten Verstärkerröhre, die Einstellung des Potentiometers gibt die richtige Anpassung. Man erreicht dadurch sozusagen eine Verlangsamung in der Änderung der Regelströme, woraus die Stabilität des Systems entspringt. Die Arbeit schließt mit der Wiedergabe von Kathodenstrahloszillogrammen, die die Ergebnisse bestätigen. Die Verfasser bemerken noch, daß sie Regler für Maschinen von 100 kW gebaut haben. (W. Druey, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 24, S. 647.) *M. Schl.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 369[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Systeme von Elektrizitätszählern zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reich zugelassen.

Systeme $\boxed{170}$ und $\boxed{171}$, die Formen DD 2 bzw. DV 2, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Deutschen Zähler-Gesellschaft m. b. H. in Hamburg.

Berlin-Charlottenburg, den 8. Januar 1935.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark."

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 34.

Beschreibung[1]).

Den bisher als Systeme $\boxed{115}$ bzw. $\boxed{116}$ zur Beglaubigung zugelassenen Zählern für mehrphasigen Wechselstrom der Formen DD 2 bzw. DV 2[2]) werden auf Grund der Bekanntmachung Nr. 367[3]) die Systemnummern $\boxed{170}$ für Form DD 2 bzw. $\boxed{171}$ für Form DV 2 zuerteilt.

Direkt anzeigender Scheinleistungsmesser, Widerstands- und cos φ-Zeiger. — Die Feststellung der Scheinleistung, deren Kenntnis für das Kraftwerk wie für den Abnehmer der elektrischen Energie von größter Bedeutung ist, erfolgte bisher entweder mittels schreibender Wirk- und Blindleistungszähler und umständlicher Auswertung der Schreibstreifen oder mittels Differential- oder Überholungsgetriebe; direkt anzeigende Scheinleistungsmesser gab es nicht. Ein derartiges Instrument kann nun aber auf Grund meines neuen Verfahrens der mechanischen Multiplikation bzw. Division[4]) konstruiert werden.

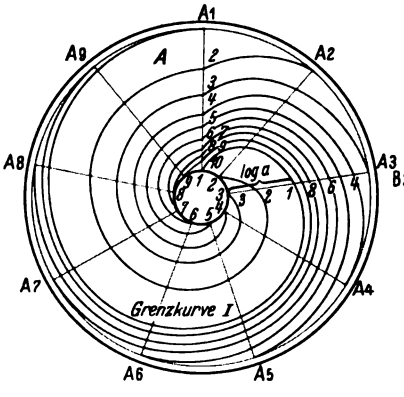


Abb. 5. Multiplikationsrad für Werte a und $a \cdot b$.

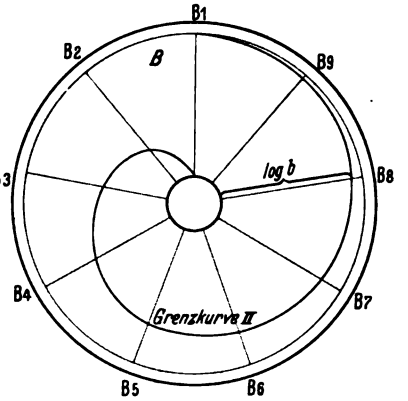


Abb. 6. Multiplikationsrad für Werte b.

Die Multiplikation bzw. Division erfolgt durch Aneinanderreihung (Addition bzw. Subtraktion) der Logarithmen der Zahlenwerte, aber nicht wie beim Rechenschieber, sondern mittels rechtwinkliger oder Polarkoordinaten, so daß ein mechanischer Antrieb möglich ist. Für Meßinstrumente kommt meist das Polarkoordinatensystem in Frage (Abb. 5). Man trägt auf einer drehbaren Scheibe *A* die Werte *a* auf dem Umfang in gleichmäßigen Abständen ein und auf den zugehörigen Vektoren die Logarithmen dieser Werte, wodurch sich die Grenzkurve *I* ergibt. Ebenso erhält man auf einer zweiten Scheibe *B* die Grenzkurve *II* für die Werte *b* (Abb. 6). Damit man das Ergebnis der Rechnung ablesen kann, werden auf Scheibe *A* noch von der Grenzkurve aus die Logarithmen *1* bis *10* eingetragen. Dreht man Scheibe *A* (Abb. 7) aus der Nullage um *a* Teile, so stellt sich an der Ablesekante der Wert log *a* ein. Durch Drehen der Scheibe *B* um *b* Teile wird an der Ablesekante der Wert log *b* additiv zu log *a* eingestellt, so daß man am Schnittpunkt der Grenzkurve *II* mit der Ablesekante den Wert $\log a + \log b = a \cdot b$ aus der Kurvenschar ablesen kann. Die Vorrichtung multipliziert also mechanisch und selbsttätig. In ähnlicher Weise kann auch die Division durchgeführt werden.

Dieses neue Multiplikationsverfahren (oder Division) kann zur Konstruktion ganz neuer Instrumente benutzt werden, z. B. folgender auf elektrischem Gebiete: 1. Leistungszeiger, insbesondere direkt anzeigende Scheinlei-

[1]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 369. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[2]) ETZ 45 (1924) S. 626.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 349.
[4]) DRP. 507697.

Digitized by Google

stungsmesser, 2. direkt anzeigender Widerstandsmesser, auch für Impedanz- und Kondensanzmesser bei Wechselstrom, 3. cos φ - Zeiger, 4. Universalinstrument für Wirk-, Blind-, Schein-Leistung und cos φ mit Angabe der Leistungsaufnahme oder -abgabe.

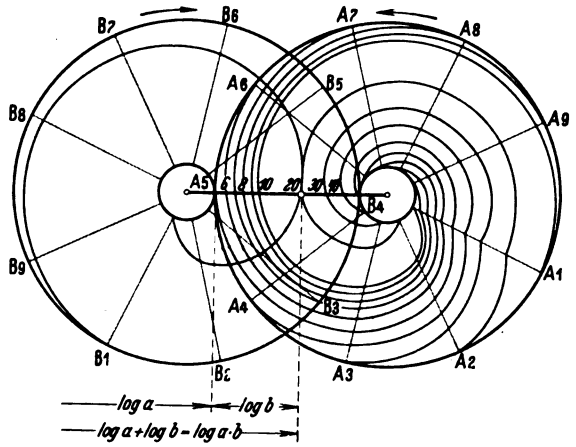


Abb. 7. Darstellung der Multiplikation $a \cdot b$

1. Für die Messung der Leistung bzw. der Scheinleistung benötigt man nur ein Voltmeter und ein Amperemeter beliebiger Konstruktion. Die Achsen sind etwas über eine Zeigerlänge voneinander entfernt. Die Verbindungslinie der beiden Drehpunkte bildet die Ablesekante und ist gleichzeitig die Nullstellung der beiden Instrumente. Die Ablesekante kann waagerecht oder senkrecht angeordnet werden. Die Angaben beider Instrumente werden mechanisch multipliziert, wie in der Abb. 8 an

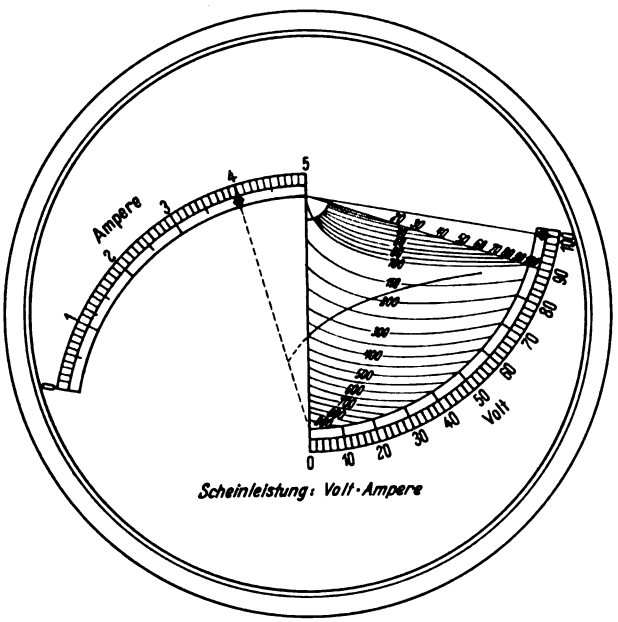


Abb 8. Direkt zeigender Scheinleistungszeiger ($I = 4\,A$, $U = 100$ V, $N_s = 400$ kVA).

einem Beispiel für $U = 100$ V und $I = 4$ A gezeigt ist. Das drehbare System eines Voltmeters ist mit einem Kreissektor A verbunden, auf dessen Umfang die Werte 0 bis 100 V und auf dessen zugehörigen Vektoren die Werte für Logarithmus U aufgetragen sind. Die Verbindungslinie der erhaltenen Punkte ergibt die Grenzkurve I. Um das Produkt auch ablesen zu können, trägt man von der Grenzkurve I aus die Kurven für 1 bis 100 V ab. Die auf ähnliche Weise bestimmte Grenzkurve II wird als Kurvenzeiger ausgebildet. Man denkt sich auf einem Sektorumfang B die Werte 0 bis 5 A und auf den dazugehörigen Vektoren die Logarithmen der Stromwerte eingetragen. Bei dem gezeichneten Ausschlag der Instrumente kann beim Schnittpunkt des Kurvenzeigers mit der Ablesekante das Ergebnis der Rechnung $N = U \cdot I = 400$ W bzw. bei Wechselstrom die Scheinleistung in Voltampere direkt und deutlich abgelesen werden. Gleichzeitig werden auf der Voltskala die Voltzahl, auf der Ampereskala die Amperezahl angezeigt. Der Sektor A, auf dem die Kurvenschar aufgetragen ist, besteht aus ganz dünnem Aluminiumblech, das gleichzeitig zur Dämpfung verwendet werden kann, und ist genau ausgewogen, damit das System frei schwingen kann.

2. Mit dem neuen Widerstandsmesser ist es erstmalig möglich, ohne die umständlichen Vergleichsverfahren (Ohmmeter, Wheatstonesche Brücke usw.) unmittelbar den Widerstand bei Gleichstrom, den scheinbaren Widerstand (Impedanz und Kondensanz) in Wechselstromkreisen zu messen. Man benötigt ebenfalls nur ein Volt- und ein Amperemeter und benutzt nach der Formel $R = U/I$ die mechanische Division. Der mit dem Voltmeter verbundene Sektor A und die Kurvenschar sind ebenso wie beim Leistungszeiger ausgebildet, das Amperemeter aber erhält einen anderen Kurvenzeiger, dessen Krümmung entsprechend dem Rechnungsvorgang $\log R = \log U - \log I$ konstruiert ist. Das Instrument zeigt außer dem Widerstand gleichzeitig auch Strom und Spannung an. Nötigenfalls können auch beide Kurvenzeiger (für N und für R) in zweierlei Farben beim gleichen Instrument eingebaut werden. Die Eichung der Kurvenschar kann je nach dem Verwendungszweck und Meßbereich in jeder beliebigen Weise vorgenommen werden (verkürzte Skalen).

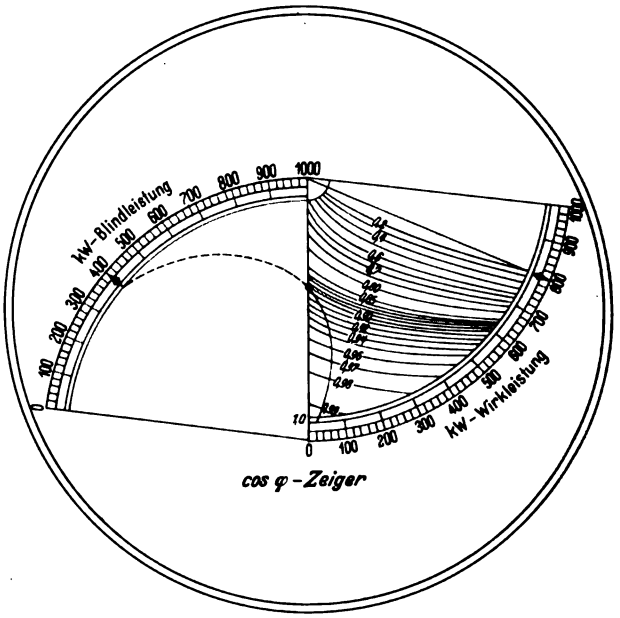


Abb. 9. cos φ-Zeiger ($N_w = 800$ kW, $N_{Bl.} = 400$ kW, $\cos\varphi = 0{,}89$).

3. cos φ - Zeiger. Für die Messung des Leistungsfaktors wird ein Wirk- und ein Blindleistungszeiger verwendet. Der Wirkleistungszeiger trägt einen Kreissektor A, auf dessen Umfang die Teilung im dargestellten Beispiel von 0 bis 1000 kW eingetragen ist. Bei den entsprechenden Werten der Wirkleistung sind als Vektoren die Logarithmen der Werte eingetragen, wodurch sich Grenzkurve I ergibt. Der Blindleistungszeiger ist mit einem Kurvenzeiger B verbunden, der nach der in gleicher Weise wie die Grenzkurve I konstruierten Grenzkurve II gekrümmt ist. Bei einem bestimmten Ausschlag der Instrumente, im Beispiel $N_w = 800$ kW, $N_b = 400$ kW stellt sich an der Ablesekante die Differenz $\log N_w - \log N_b = \log N_w/N_b = \log \mathrm{tg}\,\varphi$ ein. Dem entspricht im Beispiel $\cos\varphi = 0{,}89$. Für die Konstruktion der Ablesekurvenschar ermittelt man alle Werte $\cos\varphi$ von 0,95 bis 1,0 (von 0,05 zu 0,05) und trägt sie im Wirkleistungssektor ein. An dem Schnittpunkt des Kurvenzeigers B (Grenzkurve I) mit der Ablesekante kann dann aus der Kurvenschar genau das Ergebnis, d. i. der Leistungsfaktor, abgelesen werden. Außer der in Abb. 9 dargestellten Ausführungform kann auch eine Form für Kondensanzbestimmung gebaut werden, bei der umgekehrt der Bereich von 0 bis 0,7 größer dargestellt ist.

4. Das Universalinstrument zeigt gleichzeitig Wirk-, Blind-, Scheinleistung und cos φ, außerdem Leistungsaufnahme oder -abgabe an. Benötigt wird hierzu ein Wirk- und ein Blindleistungszeiger.

Sämtliche Instrumente können auch für Registrierung eingerichtet werden.

Prof. Dipl.-Ing. Franz Spaeth, München.

Digitized by Google

Leistungsbegriffe und Leistungsfaktor bei ein- und mehrphasigen Wechselströmen. — Die sinngemäße Anwendung der Definition des Leistungsfaktors in den VDE-Vorschriften auf einphasige Stromverzweigungen und mehrphasige Wechselströme führt bekanntlich nur dann zu einem Ergebnis von physikalischem Begriffsinhalt, wenn in allen Stromzweigen bzw. Phasen die Ströme um den gleichen Winkel φ (gleich nach Größe und Vorzeichen!) gegen die zugehörigen Spannungen verschoben sind. Nach allgemeinen Betrachtungen über die Leistungsbegriffe, insbesondere auch über die analytische und graphische Behandlung der zeitabhängigen Glieder in den Leistungsgleichungen, wird in einer Arbeit von Hommel gezeigt, wie sich der Leistungsfaktor für alle Wechselstromarten einheitlich und widerspruchsfrei definieren läßt, ohne daß die vorgenannte Voraussetzung erfüllt zu sein braucht. Diese Begriffserklärung lautet: Der Leistungsfaktor F ist das Verhältnis der gemessenen Wirkleistung L zur größten Wirkleistung L', die mit den gleichen Spannungen und Strömen in dem betrachteten Ausgleichsvorgang umgesetzt werden könnte. Bei einem einfachen Wechselstromkreis entspricht das Verhältnis L/L' dem Kosinus der Phasenverschiebung φ zwischen Spannung und Strom, bei einphasigen Stromverzweigungen dem Kosinus des Verschiebungswinkels zwischen dem Summenstrom und der gemeinsamen Spannung, bei mehrphasigen Wechselströmen mit beliebig schiefer Belastung dem Kosinus der Phasenverschiebung im gleichwertigen, symmetrischen System.

Zur Bestimmung der Höchstleistung L' aus den gemessenen Spannungen, Strömen und Leistungen werden Formeln abgeleitet und zeichnerische Verfahren angegeben. Aus analytischen Zusammenhängen der zeitabhängigen Glieder in den Leistungsgleichungen folgt die Amplitude der Welligkeit der Leistung, die für die periodischen Schwankungen der Lastmomente der Antriebsmaschine maßgebend ist. Die Untersuchungen führen weiterhin noch zu einer Beziehung für das Verhältnis der Stromwärmeverluste, wenn gleichgroße Leistungen in Mehrphasenmaschinen mit symmetrischer und schiefer Belastung umgesetzt werden. (G. Hommel, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 11, S. 737.)

Beleuchtung.

Die Bedeutung des Lichtverbrauchs für die Elektrizitätswerke. — An Hand eines umfangreichen, mit Unterstützung der Elektrizitätswerke der verschiedensten Kulturstaaten gesammelten statistischen Materials legte B. Seeger die Interessenbeziehungen zwischen dem Lichtverbraucher und seinem Stromlieferanten dar. In Deutschland haben heute etwa 87 % der Ortschaften elektrische Stromversorgung, 80 % der Haushaltungen sind an das elektrische Lichtnetz angeschlossen (in England z. B. nur 44 %). Auf dem Gebiet der Straßenbeleuchtung hat die elektrische Beleuchtung in fast allen europäischen Großstädten (mit Ausnahme von Berlin) eine beträchtliche Zunahme zu verzeichnen. Der Stromverbrauch der kleinsten Abnehmer für Beleuchtung kann für ländliche Versorgungsgebiete mit einem Mittelwert von 60 bis 100 kWh je Haushalt und Jahr, in städtischen Bezirken mit 100 bis 150 kWh angesetzt werden. Der Verbrauch der anderen mit Hochspannung versorgten Großlichtabnehmer ist erheblich größer. Statistisch werden jedoch sehr viele und gerade die größten Beleuchtungstromabnehmer meist gar nicht als solche erfaßt, zumal vielfach auch die Tarifform (Einheitspreis für Licht, Kraft und Wärme) eine getrennte Angabe des Lichtverbrauchs unmöglich macht. Der prozentuale Anteil des Beleuchtungstromverbrauchs am Gesamtverbrauch liegt in den meisten Ländern zwischen 20 und 30 %. Ein Vergleich des Stromverbrauchs für öffentliche Beleuchtung zwischen Deutschland, England und Italien zeigt, daß die Kilowattstundenzahl und der prozentuale Anteil für England und Italien trotz geringerer Flächengröße und Bevölkerungszahl größer ist als für Deutschland, obwohl z. B. auch in England wie in Deutschland fast die Hälfte der öffentlichen Beleuchtung mit Gas erfolgt. In Deutschland stieg der Verbrauch von 50 Mill kWh im Jahre 1925 auf 132,6 Mill kWh im Jahre 1931, fiel 1932 auf 123,8 Mill kWh, um von 1933 an wieder auf 127,6 Mill kWh anzusteigen.

Die Ausgaben des Verbrauchers für Beleuchtung betragen in Deutschland und auch in anderen Ländern durchschnittlich etwa 1 % des Einkommens. Eine Erhöhung der Stromentnahme gegenüber dem jetzigen Stand ist sehr wohl möglich, wie es z. B. der Einfluß des Rundfunks zeigt. Seit seiner Einführung ist in Deutschland und Italien der durchschnittliche Jahresverbrauch um 70 kWh je Haushalt gestiegen, wovon mindestens die Hälfte dem gleichzeitig auftretenden Mehrverbrauch an Licht entsprechen dürfte. Die Einnahmen aus dem Lichtverbrauch betragen meist 50 bis 75 % der Gesamteinnahmen eines Elektrizitätswerkes, während der Reingewinn aus dem Stromverbrauch im Mittel zu 20 % angenommen werden kann. Überall da, wo durch Einführung eines günstigen Tarifs mit niedrigem kWh-Preis die Beleuchtungskosten gesenkt wurden, hat sich eine rasche Zunahme des Stromverbrauchs gezeigt. Die Förderung dieses Absatzes, die im Interesse der Allgemeinheit liegt, durch eine dem Mehrverbrauch entgegenkommende Tarifpolitik und entsprechende Werbemaßmahmen muß daher für das Werk zu Mehreininahmen ohne Erhöhung der Unkosten führen.

Bei der Beurteilung der zukünftigen Entwicklung ist zu berücksichtigen, daß es für den Lichtbedarf (im Gegensatz z. B. zu dem Gebiet der Kraft und Wärme) keinen objektiven Bedarfsmaßstab gibt. Während der heutige Lichtverbraucher vielfach noch den Bewertungsmaßstab aus der Vorzeit der elektrischen Beleuchtung anlegt, wächst jetzt die erste Generation heran, die die Welt ohne elektrische Beleuchtung nur noch vom Hörensagen kennt. Sie wird demnach voraussichtlich viel höhere Ansprüche an die Güte der Beleuchtung stellen als der jetzige Durchschnittsverbraucher. (B. Seeger, Vortrag Dtsch. Lichttechn. Ges. am 13. XII. 1934.) *Frh.*

Neuartige Lichtreklame mit Fluoreszenzfarben. — In einem Schaufenster eines Berliner Modehauses war kürzlich ein großer Papagei ausgestellt. Die Beleuchtung des Schaufensters wurde abends in bestimmtem Rhythmus ein- und ausgeschaltet. Während der Dunkelpausen leuchtete der Papagei in den prächtigsten Farben auf und übte dadurch eine große Anziehungskraft auf das vorübergehende Publikum aus. Der Papagei war mit Fluoreszenzfarben angestrichen und wurde mit ultraviolettem Licht beleuchtet. Dieses wurde von Quecksilber-Dampflampen ausgestrahlt, die für den Beschauer nicht sichtbar angebracht und mit Schwarzglas abgedeckt waren. Die benutzten Fluoreszenzfarben wiesen gegenüber früher verwendeten Farben, bezogen auf gleiche U.V.-Bestrahlungstärke, eine größere Leuchtdichte auf. Durch Verbesserung des Herstellungsverfahrens ist es gelungen, die Reinheit der Farben und ihre Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse zu steigern. Dadurch ist auch die früher nach längerer Benutzungszeit auftretende erhebliche Abnahme der Leuchtdichte stark verringert worden. *M. W.*

Hebezeuge und Massenförderungen.

Förderanlage für die Fushun-Mine Manchoukuo. — Im Zuge der wirtschaftlichen Aufbauarbeiten in Manchoukuo, insbesondere der starken Vergrößerung der im Süden liegenden Eisen- und Stahlwerke, ergab sich die Notwendigkeit, die Kohlenförderung der Fushun-Gruben wesentlich zu erhöhen. Es wurde beschlossen, zwei neue Schächte auf der Ryuho-Grube abzuteufen, und zwar wurden die Arbeiten am Ostschacht sofort aufgenommen, während der Westschacht erst in 2 bis 3 Jahren in Betrieb kommen soll. Die Fördermaschine wird als Turmfördermaschine ausgeführt; Koepe-Scheibe sowie Fördermotor werden auf einer Eisenkonstruktion unmittelbar über dem Schacht aufgestellt. Der Turm, dessen Eisenkonstruktion von der Demag AG. geliefert wird, hat eine Gesamthöhe von rd. 60 m, so daß der Maschinenflur sich etwa 50 m über dem Erdboden befindet. Die Maschine fördert im ersten Ausbau aus einer Teufe von 370 m, im zweiten Ausbau aus einer solchen von 770 m. Im ersten Ausbau wird mit einer Geschwindigkeit von 11,5 m/s gefördert und im zweiten Ausbau mit 23 m/s, d. h. daß dann mit einer Stundengeschwindigkeit von 83 km gefahren wird. Die Zahl der Züge beträgt im ersten Ausbau 53, im zweiten 46 je Stunde, so daß sich bei einer Nutzlast von 12,2 t je Zug die Stundenleistung der Anlage zu 650 bzw. 560 t ergibt.

Der gesamte elektrische Teil der Anlage wird von Siemens ausgeführt. Die Koepe-Scheibe wird unmittelbar durch einen Gleichstrom-Nebenschlußmotor angetrieben, der von einem Umformer in Leonardschaltung gespeist wird, und zwar wird für den ersten Ausbau zunächst nur ein Umformer entsprechend der Geschwindigkeit der Förderung von 11,5 m/s beschafft und dann für den zweiten Ausbau ein genau gleicher Umformer zur Erzielung der doppelten Fördergeschwindigkeit aufgestellt. Der Fördermotor wird für eine Leistung von 4000 kW gebaut; es ist

Digitized by Google

gelungen, diese große Leistung in einer Einheit unterzubringen. Bei einem Durchmesser der Treibscheibe von 7,5 m macht der Motor im ersten Ausbau 29,3, im zweiten Ausbau 58,6 U/min. Zum betriebsmäßigen Stillsetzen der Maschine nach jedem Zug sowie zum Stillsetzen im Falle der Gefahr wird die schnellschließende Druckluft-Fahr- und Sicherheitsbremse der SSW verwendet. Mit Hilfe dieser Bremse ist es möglich, eine Bremsumfangskraft von 41 800 kg zu erzielen.

Außer dem erwähnten Fördermotor, dem Leonardumformer, erhielt Siemens noch den Auftrag auf die Schaltanlage, die sonstigen Hilfsgeräte sowie die vollständige Signal- und Meldeeinrichtung. Der Auftrag auf den mechanischen Teil der Fördermaschine, die Förderkörbe, Wagenaufschiebevorrichtungen usw. wurde der Demag AG. erteilt. Das Förderseil, das im ersten Ausbau einen Durchmesser von 68 mm hat, wird von der Firma Felten & Guilleaume geliefert. Für den zweiten Ausbau ist ein Seil mit 72 mm Dmr. vorgesehen. *Sc.*

Landwirtschaft.

Der neue Reichsmolkereitarif. — Bis vor kurzem wurde die Pasteurisierung der Milch überwiegend mit Dampf vorgenommen. Demgemäß war im Molkereibetrieb die Dampfmaschine vorherrschend. Da der Betrieb den Abdampf nutzbringend anwenden konnte, war in wirtschaftlicher Hinsicht ein erfolgreicher Wettbewerb durch andere Antriebsarten unmöglich.

Wandel schaffte hierin erst die Konstruktion des neuzeitlichen Milcherhitzers, in dem zur Erhitzung der Milch Heißwasser Verwendung findet. Außerdem hat der Eingang des elektrischen Einzelantriebes in der Kältetechnik die Entwicklung dadurch begünstigt, daß man jetzt diese Maschinen außerhalb der Hauptbetriebszeit laufen lassen kann.

Mit der Umstellung der Molkereien auf den elektrischen Betrieb hat der REV mit den maßgeblichen Stellen des Reichsnährstandes erkannt, daß für eine planmäßige Elektrisierung dieser Betriebe nicht nur ein einheitlicher Tarif notwendig ist, sondern daß gleichzeitig damit ein Arbeitsbeschaffungsprogramm allergrößten Stils verbunden ist. Diese Arbeitsbeschaffung läßt sich ohne jeglichen Zuschuß durchführen, da es auf Grund der heute vorliegenden Erfahrungen möglich ist, den Zeitpunkt für die Umstellung derartig festzulegen, daß eine Mehrbelastung des Betriebes nicht eintritt. Es werden nur solche elektrisiert, in denen die Voraussetzung hinsichtlich der Tragbarkeit des Kapitaldienstes zutrifft. Nach den bisher vorgenommenen Umstellungen kann man für den Umbau einer mittleren ländlichen Molkerei mit einem Kapitalaufwand von rd. 50 000 bis 60 000 RM rechnen. Nach den Erhebungen des REV kommen in Deutschland für die Umstellung ungefähr 5000 Betriebe in Frage.

Der Aufbau des neuen Reichsmolkereitarifs ist so vorgenommen, daß ein Grundpreis von 4,50 RM/kW der festgestellten Höchstlast und ein Arbeitspreis von 6 Rpf/kWh erhoben wird. Die Abrechnung erfolgt monatlich. Am Schluß des Jahres wird bei einer Benutzungsdauer von 2001 bis 3000 h ein Nachlaß von 5 %, bei einer solchen von 3001 und mehr Stunden von 10 % auf die Jahresabrechnungsumme gewährt. Zähler- und sonstige Gebühren werden nicht erhoben. Der Lichtverbrauch in der Molkerei und Dienstwohnung wird nach dem ortsüblichen Tarif verrechnet. Änderungen und Erweiterungen des Vertrages, z. B. durch die Kohlenklausel, sollen mit Ausnahme von wirtschaftlich notwendigen Abmachungen nicht vorgenommen werden.

Die Anwendung des Reichsmolkereitarifs setzt voraus, daß die dem Tarif zugrunde gelegten Voraussetzungen, d. h. die zeitliche Trennung der für die Verarbeitung der Milch und für die Kälteerzeugung erforderliche Leistung, zutreffen. Ferner darf die Molkerei keine Eigenanlage besitzen, der Arbeitsbedarf für einzelne oder sämtliche Verarbeitungsmaschinen muß dem Netz des Elektrizitätswerkes entnommen werden, außerdem muß die ausreichende Versorgung des Betriebes technisch gewährleistet sein. (Elektrizitätswirtsch. Bd. 33, S. 391.) *Mrg.*

Fernmeldetechnik.

Empfangstörungen durch Verbrennungsmotoren. — Seitdem die ultrakurzen Wellen immer mehr im Nachrichtenverkehr an Bedeutung gewinnen, beschäftigt man sich in steigendem Maße mit der Frage der Störungen auf diesem Gebiete. H. Viehmann berichtet über „Empfangstörungen durch Zündanlagen von Verbrennungsmotoren". Mit Hilfe eines Kathodenoszillographen wurden die Spannungschwankungen aufgezeichnet, die sich auf den Zündleitungen ausbilden. Es wurden auf der Leitung mithin nicht nur die „strahlenden Störfunken", sondern auch die „Wanderwellen" erfaßt. Die Oszillogramme zeigen daher Kurzwellen- und Langwellenstörungen. Die aufgenommenen Bilder spiegeln den Zündvorgang wider, der sich aus Zündungen und Rückzündungen, teils unter Lichtbogenbildung, teils unter Glimmerscheinungen zusammensetzt. Die bei Zündung und Rückzündung auftretenden Frequenzen liegen im Bereich von 3 bis 15 m. Die Periodizität der Rückzündungen als Wanderwellenerscheinung der Zündleitung fällt nach den Messungen in einen Bereich von 300 bis 3000 m. Als weitere Ursache für die häufigen Rückzündungen bei Flugzeugmotoren ist der Überschlagsverteiler anzusehen, der den Schleifkohleverteiler ersetzt.

„Über Empfangstörungen durch Explosionsmotoren und ihre Messung im Ultrakurzwellenband" berichtet A. Neubauer aus dem Technisch-Physikalischen Institut der Universität Jena. Die Untersuchungen des Verfassers erstrecken sich nicht auf die Wanderwellenvorgänge, sondern auf die im Ultrakurzwellenbereich liegenden, praktisch bedeutsamen „strahlenden Störungen". Die Forschungen von Kulebakin[1]), Larsen, Dorn, Alexander, Straubel u. a. werden fortgeführt und überprüft. Die Ergebnisse der Untersuchungen mit einer wohldurchdachten Meßanordnung runden das Bild über die physikalischen Vorgänge und die hieraus sich ergebenden praktischen Maßnahmen zur Störbekämpfung soweit ab, daß Klarheit über die Grenzen des technisch Möglichen in der Störbefreiung geschaffen worden ist. Funkenstörungen entstehen an den Zündkerzen, am Verteiler, am Unterbrecher, am Anlasser und an der Lichtmaschine. Von maßgebendem Einfluß auf die Energie der Störung ist die Leistung der Maschine. Maßgeblich für die Frequenz der Störung ist die Länge der Hochspannungsleistung mit ihrer Eigenkapazität und Selbstinduktion. Verschiedene früher vorgeschlagene Entstörungsmaßnahmen auf der Empfängerseite, wie Filter, Kompensationsschaltungen u. dgl., lehnt der Verfasser als zwecklos ab. Praktisch bleiben nur zwei Entstörungsmittel übrig, die man einzeln oder kombiniert an der Zündmaschine anwenden kann, d. s. Dämpfungswiderstand und Abschirmung. Als Dämpfungswiderstände, die unmittelbar auf die Zündkerze aufgesetzt werden können, haben sich drahtgewickelte Widerstände von 500 bis 1500 Ω bewährt. Die billige, oft ausreichende Maßnahme muß zuweilen durch das bessere oder ergänzende Verfahren der Abschirmung überboten werden. Wird letztere angewandt, so muß auf lückenlose metallische Umkleidung besonders geachtet werden. Die Abschirmung verhindert die Abstrahlung, der Dämpfungswiderstand unterdrückt die Störungen. Besonders hervorzuheben ist die Schaltung des Meßgerätes mit Superregeneration, mit der es gelungen ist, klare, eindeutige Störkurven von den Maschinen aufzunehmen. (H. Viehmann, Hochfrequenztechn. Bd. 43, S. 85; A. Neubauer, ebda. Bd. 44, S. 109.) *Fl.*

Bekämpfung der Rundfunkstörungen in der Schweiz. — Die schweizerische Fernsprechverwaltung hat im Jahr 1934 4270 Rundfunkstörungen behandelt (gegen 2000 im Jahr vorher). Die Zahl der mit Erfolg behandelten Fälle ist von 62,7 % im Jahr 1933 auf 69,6 % im Jahr 1934 gestiegen. Die Verteilung auf die verschiedenen Arten von Störern zeigt folgende Zusammenstellung:

Störende Anlage	Zahl der Störer	Störung beseitigt am Störer	Störung beseitigt am Empfänger
Elektrische Bahnen und Straßenbahnen	313	22	91
Hochspannungsleitungen	123	38	49
Niederspannungsleitungen	154	111	32
Heilgeräte	199	140	2
Lichtreklame	43	33	1
Antriebsmotoren	1887	1710	31
Stromerzeuger und Umformer	49	40	1
Gleichrichter	32	31	—
Temperaturregler	118	101	1
Fernsprechanlagen	52	24	15
Rückkoppler	149	136	—
Verschiedenes	450	184	210
unbekannte Ursache	701	—	41
Zusammen	4270	2570	474

(Techn. Mitt. schweiz. Telegr. u. Teleph.-Verw. 1935, H. 1, S. 37.) *Bm.*

[1]) ETZ 44 (1923) S. 537; 46 (1925) S. 1061.

Digitized by Google

Über Störempfindlichkeit von Empfangsanlagen und ihre quantitative Beurteilung. — Im Rahmen der vom Schwedischen Elektroingenieur-Verein veranstalteten Vortragsreihe über Störschutz hielt Dr. Dennhardt einen Vortrag über die obige Frage. Er führte etwa folgendes aus: Die Beeinflussungstechnik stellt zwei Möglichkeiten der Beseitigung von Funkempfangsstörungen heraus: 1. Minderung der Störfähigkeit der elektrischen Einrichtungen, 2. Minderung der Störempfindlichkeit der Empfangsanlagen. Demzufolge ist sowohl für den Beeinflussungstechniker, der praktische Fälle behandelt, als auch für den Gesetzgeber die Festlegung der Begriffe: normale Störfähigkeit und normale Störempfindlichkeit von besonderer Bedeutung.

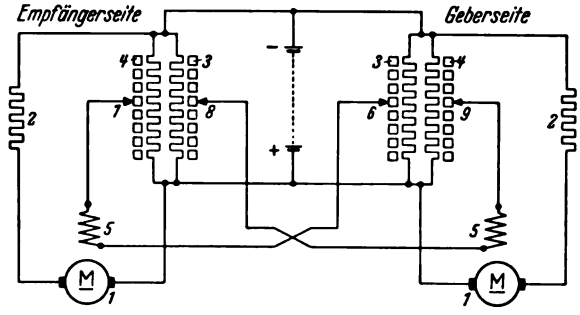
Die Ursache der Störempfindlichkeit von Empfangsanlagen wird untersucht und es wird aufgezeigt, daß die Störempfindlichkeit im wesentlichen abhängig ist von der Nutzfeldausnutzung durch die Empfangsanlagen und der Größe der Kopplung mit der Störquelle. Zur Definition der Größe der Nutzfeldausnutzung wird die Nutzfeldstruktur in der Umgebung der Empfangsanlage untersucht und in der scheinbaren Effektivhöhe der Rundfunkempfangsantenne gemäß $h_s = E_{Ant}/\mathfrak{E}_0$, worin E_{Ant} die Nutz-EMK in der Antenne, $\mathfrak{E}_0$ die von Sekundärstrahlern unbeeinflußte Nutzfeldstärke am Empfangsort ist, ein Ausdruck für die Nutzfeldausnutzung gefunden[1]).

An Hand von Betrachtungen über den Aufbau des Störfeldes und Messung der Störspannung an typischen Antennenformen wird die Größe derer: ung dieser Antennenformen sowie die Wirkung ung plungsmaßnahmen messend untersucht. In ... an die Arbeit des VDE, über die von Eppe... Müller[2]) berichtet worden ist, wird als Bewertungsfaktor für die Größe der Kopplung der Empfangsanlage mit der Störquelle die Übertragungsdämpfung gemäß $d_{\ddot{u}} = E_{st}/E_{Ant}$ bestimmt, worin E_{st} = Klemmenspannung des Störers und E_{Ant} = Störspannung in der Antenne ist. Unter Verwendung dieser Definitionen für Nutzfeldausnutzung und Störfeldkopplung wird folgender Ausdruck: $S_e = \frac{k}{d_{\ddot{u}}\, h_s}$ für die Störempfindlichkeit von Empfangsanlagen gefunden, worin k eine Konstante bedeutet. Dieser Ausdruck hat reale, physikalische Bedeutung; denn man erhält bei Multiplikation mit E_{st} und für $k = 50$ diejenige Nutzfeldstärke, welche für ein bestimmtes $d_{\ddot{u}}$, h_s und eine bestimmte Störerklemmenspannung E_{st} für einwandfreien Empfang notwendig ist. Demgemäß kann die Störempfindlichkeit definiert werden als diejenige Nutzfeldstärke, die für eine bestimmte Empfangsanlage ($d_{\ddot{u}}$, h_s) bei der Störerklemmenspannnung 1 noch störungsfreien Empfang zuläßt. Der Reziprokwert dieser Größe kann als Störfestigkeit definiert werden.

An Hand von Messungen an typischen Antennenformen wird festgestellt, daß die mittlere Störempfindlichkeit von Zimmerantennen, Außenantennen und Stockantennen mit abgeschirmter Zuleitung rd. 100 bzw. 10 bzw. 0,1 beträgt. An Hand einer graphischen Darstellung des Ausdrucks für die Störempfindlichkeit bzw. für die Störfestigkeit wird die Abhängigkeit zwischen Größe des Nutzfeldes bzw. Störfeldpegels und Anforderungen an die Größe der kennzeichnenden Konstanten $d_{\ddot{u}}$ und h_s von Empfangsanlagen besprochen. Die praktische Bedeutung dieser Betrachtungen für die Festlegung der wichtigen Begriffe normale Störfähigkeit und normale Störempfindlichkeit wird hervorgehoben. *Sb.*

Elektrischer Schiffstelegraph. — Kommandotelegraphen auf Schiffen (Maschinen-, Kessel-, Ruder-, Dock-, Ankertelegraphen) werden gewöhnlich in der Form betrieben, daß man an der befehlsgebenden Stelle den Hebel des Telegraphengebers über einer Skala auf das zu übermittelnde Kommando einstellt. An der befehlsempfangenden Stelle stellt sich, elektrisch oder mechanisch, ein Befehlszeiger über einer gleichartigen Skala ein und es ertönen akustische Signale so lange, bis das Kommando als abgelesen und richtig erkannt quittiert ist. Dies geschieht, indem man an der Empfangsstelle den Hebel eines Rückmeldegebers auf das vom Befehlszeiger angezeigte Skalenfeld rückt, wodurch der elektrisch oder mechanisch betätigte Rückmeldezeiger der Geberstelle wieder in Deckung mit dem Hebel des Kommandogebers gelangt. Elektrische Schiffstelegraphen der beschriebenen Art werden entweder mit Wechselstrom, auf Handelsschiffen in neuerer Zeit mehr und mehr mit Gleichstrom aus dem allgemeinen Schiffsnetz (110 oder 220 V) betrieben.

Die interessante Ausbildung eines Gleichstrom-Schiffstelegraphen ist im Engineering angegeben worden. Sie hat gewisse Ähnlichkeit mit dem französischen System Baule und ist wie dieses ausgezeichnet durch die geringe Anzahl von Verbindungsadern, die zwischen Geber- und Empfangsstelle für Befehl und Quittung erforderlich sind. Man kommt einschließlich der für akustische Signale erforderlichen Leitungen mit einem sechsadrigen Verbindungskabel aus.



1, 1 Motorenanker
2, 2 Vorschaltwiderstände
3, 3 } Spannungsteiler mit
4, 4 } Kontaktbahnen
5, 5 Motorenfelder
6 Bürste, mit Befehlshebel des Gebers verbunden
7 Bürste, mit Befehlszeiger des Empfängers verbunden
8 Bürste, mit Rückmeldehebel des Empfängers verbunden
9 Bürste, mit Rückmeldezeiger des Gebers verbunden

Abb. 10. Gleichstrom-Schiffstelegraph.

An Hand des vereinfachten Schaltbildes (Abb. 10) soll die Wirkungsweise kurz erklärt werden. Der befehlsgebenden und der befehlsempfangenden Stelle sind Apparate zugeordnet, die in ihrem Aufbau völlig übereinstimmen. Sie enthalten einen durch Vorschaltwiderstand (*2*) im Ankerkreis geschützten Gleichstrommotor (*1*) (*5*), einen Spannungsteiler mit Kontaktsegmenten (*3*) bzw. (*4*), deren Anzahl je mit der Zahl der zu übertragenden Kommandos übereinstimmt, eine vom Geberhebel bzw. Rückmeldegeberhebel betätigte Bürste (*6*) bzw. (*8*) und eine mit dem Befehlszeiger bzw. Rückmeldezeiger verbundene zweite Bürste (*7*) bzw. (*9*). Verstellt man beispielsweise die Geberbürste (*6*), so liegt das Feld (*5*) des Motors der Empfängerseite an einer nach Größe und Richtung durch die Stellung der Bürsten (*6*) und (*7*) gegebenen Potentialdifferenz. Der Motor läuft an, er dreht die Bürste (*7*) und damit den Zeiger auf der Skala so lange, bis die Potentialdifferenz zwischen (*6*) und (*7*) verschwunden ist, beide also wieder übereinstimmende Stellungen eingenommen haben. Auf der Empfängerseite muß nun quittiert, d. h. die Rückmeldebürste (*8*) in Deckung mit (*7*) gebracht werden. Dabei wiederholt sich das gleiche Spiel: Es läuft der Motor auf der Geberseite an und dreht die Bürste (*9*) so lange, bis sie mit (*6*) in Deckung ist.

Die Stellungen der Bürsten (*6*) bzw. (*8*) sind durch Rasten gesichert. Die Motoren (*1*) wirken über Maltheserkreuz auf die nachzusteuernden Bürsten (*7*) bzw. (*9*), so daß die Zeiger immer gut auf Mitte der Skalenfelder kommen. Die Motoren laufen beim Nachdrehen nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit, vielmehr müssen sie jeweils während einer halben Umdrehung eine Feder spannen, die ihnen während der folgenden halben Umdrehung, jedesmal dann, wenn der Stift in das Maltheserkreuz eingreift, durch ihre Entspannung Schlagwirkung verleiht. Auf diese Weise wird ein sicheres Nachdrehen auch dann erreicht, wenn die Spannung am Feld (*5*) und damit das Drehmoment der Motoren bei kleinen Stellungsunterschieden zwischen Geber und Empfänger an sich nur gering ist.

Die Geräte werden für Bordzwecke in wasserdichter Ausführung für Befestigung auf einer Säule oder an der Wand hergestellt. (Engineering Bd. 138, S. 328.)

W. Schr.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Zur Theorie der Ortskurven. — Die in der Wechselstromtechnik benutzte Theorie der Ortskurven läßt sich in funktionentheoretischer Auffassung mit Hilfe der Theorie der konformen Abbildung entwickeln. Ordnet man dem in der Ortskurvenlehre auftretenden reellen Para-

[1]) Dennhardt-Himmler, Hochfrequenztechn. 43 (1934) S. 152.
[2]) Eppen-Müller, Elektr. Nachr.-Techn. 11 (1934) S. 257.

Digitized by Google

meter die Punkte der reellen Achse einer komplexen Zahlenebene zu, und bildet man vermöge einer geeignet gewählten analytischen Funktion die reelle Achse auf eine neue komplexe Zahlenebene ab, dann erhält man eine bestimmte Kurve, die dann als die Ortskurve anzusprechen ist. Gelingt es, für die Punkte einer Zahlenebene ein der Abbildungsfunktion entsprechendes geometrisches Übertragungsprinzip in die neue Zahlenebene zu finden, dann ist die Konstruktion der Ortskurve geleistet. In einer Arbeit von A. Herrmann wird der zwischen den beiden Betrachtungsweisen bestehende Zusammenhang näher ausgeführt. Insbesondere werden dort die zirkularen Kubiken untersucht; dabei ergibt sich dann eine neue elementare Konstruktionsvorschrift, um diese Kurven zeichnerisch zu erzeugen. (A. Herrmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 12, S. 814.)

Bedingungen und Leistungsbilanz bei der Umwandlung von Einphasenstrom in symmetrischen Drehstrom und umgekehrt. — Im Anschluß an eine Arbeit von P. Glebow in der ETZ 55 (1934) S. 513, die an die bekannten Schaltungen einphasig betriebener Asynchronmotoren anknüpft, wird von P. Werners zunächst an einem einfachen Beispiel gezeigt, daß die Umwandlung von symmetrischem Drehstrom in Einphasenstrom nicht, wie in dem angezogenen Aufsatz erwähnt, an das Vorhandensein eines Schwingungskreises aus C und L (d. h. C als erste, L als zweite „Hilfsphase") gebunden ist, sondern auch unter Verwendung eines einzigen, jedoch komplexen Hilfswiderstandes $\mathfrak{Y}$ durchgeführt werden kann. Ist $\mathfrak{Z}$ der Widerstand der Drehstrombelastung je Sternseite, so läßt sich bezüglich der Umwandlung Einphasenstrom → Drehstrom zeigen, daß $\mathfrak{Y} = \sqrt{3}\,\mathfrak{Z}\, e^{\pm j \cdot 150°}$ sein muß, um mit Hilfe eines Einphasennetzes eine symmetrische dreiphasige Spannung herzustellen. Dabei scheint die Umsetzung der mit 2ω pulsierenden Einphasenleistung in die bei symmetrischer Belastung stete Drehstromleistung zunächst dem Energiegesetz zu widersprechen. In einer Leistungsbilanz wird jedoch gezeigt, daß der schwingende Anteil der einphasigen Leistung von der Kapazität oder der Induktivität des Hilfswiderstandes bei dessen richtiger Bemessung so „aufgesogen" wird, daß er gewissermaßen an der eigentlichen Drehstrombelastung vorbeifließt bzw. zwischen Einphasennetz und Hilfswiderstand hin und her pendelt. Bei Verwendung von zwei Hilfsphasen mit den Widerständen $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Y}$ wird gezeigt, daß diese zur Herstellung symmetrischer Dreiphasenspannungen aus einem Einphasennetz lediglich der Beziehung

$$\frac{\mathfrak{X}}{3\mathfrak{Z}+\mathfrak{X}} = \frac{\mathfrak{Y}}{3\mathfrak{Z}+\mathfrak{Y}}\, e^{j \cdot 120°}$$

genügen müssen; daraus folgt, daß es für den beabsichtigten Zweck unendlich viele Wertepaare für $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Y}$ gibt. Unter Zugrundelegung eines einzigen Hilfswiderstandes wird an Hand eines praktischen Beispiels die Anwendung der Ergebnisse auf die Asynchronmaschine gezeigt und insbesondere untersucht, in welcher Weise Wirk- und Blindkomponente des Hilfswiderstandes vom Schlupf, also von der Belastung, abhängig sind. Dabei zeigt sich u. a., daß die Einhaltung der dreiphasigen Symmetrie nur eine beschränkte ($\cos\varphi = 0$ bis 0,5) Motorbelastung, d. h. Umwandlung von Einphasenstrom in Drehstrom, und zwar unter Verwendung eines kapazitiven Hilfswiderstandes zuläßt, während man im Generatorbetrieb, also bei der Umwandlung von Drehstrom in Einphasenstrom, einen ziemlich großen Belastungsbereich mit einem nahezu rein Ohmschen Widerstand beherrschen kann. Gleichzeitig zeigt sich, daß der einphasige Motorbetrieb bezüglich des Leistungsfaktors wesentlich günstigere Verhältnisse ergibt als der dreiphasige, weil der kapazitive Hilfswiderstand in diesem Falle nicht nur zur Spannungssymmetrierung, sondern auch zur Lieferung der Magnetisierungsleistung herangezogen wird. Die im Hilfswiderstand umgesetzte Scheinleistung macht dem Betrag nach das $1/\sqrt{3}$-fache der Drehstromscheinleistung aus. (P. Werners, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 1, S. 40.)

AUS LETZTER ZEIT.

100 kV-Leitung Niederhausen—Rheinau. — Zur Verbindung der Umspannwerke Niederhausen (Nahe) und Rheinau (Mannheim) des RWE wird z. Z. eine etwa 80 km lange 100 kV-Leitung gebaut. Die Leitung ist für 2 Systeme ausbaufähig und wird mit Stahl-Aluminium-Seil Nr. 95 belegt. Das Seil besteht aus einem 7drähtigen Stahlkern und 2 Lagen Aluminiumdrähten (insgesamt 30 Stück) mit einem Reinheitsgehalt von 99,5 %. Die Klemmen sind ebenfalls aus Reinaluminium hergestellt; zur Vermeidung von Schwingungsbrüchen dienen schwingungsdurchlässige Tragklemmen, außerdem wird das Seil nur mit rd. 7,5 kg/mm², bezogen auf den Gesamtquerschnitt, gespannt.

Jubiläum. — Am 5. IV. 1935 blickte die Deutsche Edison-Akkumulatoren-Company G. m. b. H. (DEAC), eine Tochtergesellschaft der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft, auf ihr 30jähriges Bestehen zurück. Im Jahre 1905 wurde sie gegründet, nachdem kurz zuvor der Stahl-Akkumulator von Thomas A. Edison entwickelt worden war, und 1913 ging die DEAC in den Besitz der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft über. In diesen 30 Jahren ist die Entwicklung des Stahl-Akkumulators in Deutschland weit vorangetrieben worden, so daß er heute für Fahrzeuge aller Art sowie für Sonderzwecke der Reichsbahn und sonstiger Behörden eine große Verwendung findet.

Wechselstrom-Leichttriebwagen in der Schweiz. — Die im vorigen Jahr bestellten beiden Leichttriebwagen für die SBB werden zum Fahrplanwechsel am 15. V. 1935 in Betrieb kommen. Diese Wagen haben eine hohe Anfahrbeschleunigung; nach [illegible] min Anfahrzeit wird der besetzte Wagen der Ur Kopplich Entkoppigkeit von 100 km/h erreichen. Wegen der Anordnungen Entkoppigkeit hat die Lötschbergbahn in Au[illegible] und Anlehnung mit diesen auf ihren Strecken Versuche anzu[illegible] zur[illegible]

Rundfunk-Störschutz in der Tschechoslowakei. — In der Tschechoslowakei ist ein Gesetz in Vorbereitung, nach dem jeder, der elektrische Geräte aufstellt, verpflichtet ist, einen Betrag von nicht über 5 % der Kosten für Schutzmaßnahmen gegen Rundfunkstörungen zu entrichten. Wenn die Kosten für die Schutzvorkehrungen jedoch einen bestimmten Betrag überschreiten, sollen sie zwischen dem Besitzer des elektrischen Gerätes und denjenigen Rundfunkhörern, die die Nutznießer sind, geteilt werden.

Fernsprechwerbung in Frankreich. — Um die Vermehrung der Fernsprechanschlüsse zu fördern, hat der Leiter der französischen Postverwaltung, M. Mandel, eine Prämie von rd. 9 RM für Beamte ausgesetzt, die neue Teilnehmer gewinnen. Zur Begründung weist M. Mandel darauf hin, daß Frankreich nur 1 300 000 Fernsprechanschlüsse hat gegen 17 426 000 in den V. S. Amerika, 2 960 000 in Deutschland und 2 109 000 in England. Auf 100 Einwohner kommen 13,94 Fernsprechanschlüsse in den V. S. Amerika, 4,6 in England, 4,5 in Deutschland und 3 in Frankreich.

Großer Elektromagnet für Versuchszwecke. — Für die Universität Upsala wurde ein großer Elektromagnet gebaut, welcher mit einem Gewicht von fast 37 t und einer Anziehungskraft zwischen den Polen von 60 t einer der größten überhaupt ist[1]). Man erreicht mit derartigen Magneten maximale Luftinduktionen bis zu 70 000 Gauß. Die Erregerspule ist aus Kupferrohr gewickelt, welches von Kühlwasser durchflossen wird. Die Erregerleistung beträgt 140 kW und wird von einem besonderen Generator mit 85 V geliefert. Durch Hilfsmotoren kann das große Gehäuse nach allen Richtungen eingestellt werden, so daß der Magnet trotz seiner Breite von 220 cm und seiner Höhe von 170 cm leicht zu bedienen ist. Der Luftspalt kann durch Stellrad zwischen 15 und 50 cm eingestellt werden. *Kur.*

Elektrisierungen in Holland. — Die Aufnahme des elektrischen Zugverkehrs auf der Strecke Rotterdam—Schiedam—Hoek van Holland wird voraussichtlich zum 15. V. d. J. erfolgen. — Probefahrten finden z. Z. statt.

Funkfernsprechverkehr Italien—Tripolis. — Der öffentliche Fernsprechverkehr zwischen Italien und Tripolis ist Anfang dieses Monats durch ein Gespräch zwischen Mussolini und Balbo eröffnet worden. Der Kurzwellensender in Tripolis sowie die Empfangsgeräte stammen von Telefunken.

[1]) Über besonders leistungsfähige Elektromagneten vgl. a. ETZ 51 (1930) S. 1496; 50 (1929) S. 1851; 49 (1928) S. 1163; 48 (1927) S. 1237.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Geräte mit Kleinstmotoren.

Der Ausschuß für Geräte mit Kleinstmotoren hat eine Änderung von § 36 in

VDE 0730/1933 „Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren V.G.K.M."

vorgenommen. Der neue Wortlaut von § 36 wird nachstehend bekanntgegeben.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Mai 1935 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

Ausschuß für Geräte mit Kleinstmotoren.

Änderung

an

VDE 0730/1933.

Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren V.G.K.M.

Haarschneidemaschinen, angetrieben durch Kleinstmotor oder Magnet im Handstück.

§ 36.

a) Der Handgriff muß aus Isolierstoff bestehen.

b) Anschlußschnüre müssen eine Schutzleitung haben; diese kann fortfallen, wenn das Gerät den Prüfungen nach g) entspricht.

c) Der Messerkopfträger, das Messer und die Befestigungsschrauben für Isolierhandgriff und Messerkopfträger sind von Spannung führenden Teilen, vom Motor bzw. vom Magneten zu isolieren.

d) Die Kriechstrecken zwischen Spannung führenden Teilen, Motor bzw. Magneten und den der Berührung zugänglichen Metallteilen müssen mindestens 6 mm sein.

e) Der Übertritt des Schmiermittels von der Lagerstelle zum Getriebe ist zu erschweren. Der Isolierstoff darf vom Schmiermittel nicht angegriffen werden.

f) Der Übertritt von Spritzwasser an den Luftein- und -austrittstellen des Motors muß erschwert sein.

g) Prüfung:

Die Geräte sind in freier Luft aus einer Höhe von 80 cm 4-mal auf Holzfußboden (Buche 5 cm dick) fallen zu lassen, und zwar nacheinander aus 4 verschiedenen waagerechten Lagen, die gegeneinander um die Längsachse um je 90 ° verdreht sind.

Bei der Prüfung dürfen weder Spannung führende Teile freigelegt noch die Gehäuse Spannung führend werden.

EV

(Elektrotechnischer Verein.)

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Besichtigung.

Am Freitag, dem 26. April 1935, 3 Uhr nachmittags, findet eine Besichtigung der Fabrik der Deutschen Hollerith-Maschinen G. m. b. H. in Berlin-Lichterfelde-Ost, Lankwitzer Straße 13—15, statt.

Abfahrt mit Autobus vom Bahnhof Zoo um 2h30m pünktlich.

Die Besichtigung wird für die Teilnehmer dann Gewinn bringen, wenn sie vorher die Ausstellung in der Filiale der Deutschen Hollerith-Maschinen G. m. b. H., Berlin W 35, Potsdamer Str. 112, besuchen, wo am Donnerstag, dem 25. April, nachmittags 5h30m, den Teilnehmern das Wesen des Hollerith-Systems an den dort ausgestellten Maschinen erläutert wird.

Die Zahl der Besucher ist auf 50 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II) erhältlich sind. In den Meldungen ist anzugeben, ob auch der Besuch der Ausstellung beabsichtigt ist.

Pünktliches Erscheinen geboten.

Die Karte ist nur für den Inhaber gültig.

Ohne Karten kein Zutritt.

Ordentliche Vereinsversammlung

am 26. III. 1935 in der Technischen Hochschule zu Berlin.

Vorsitz: Herr Oberingenieur Dr.-Ing. E. h. Trettin.

Vorsitzender: In Vertretung unseres Vorsitzenden, des Herrn Professor Matthias, der durch eine leichte Erkrankung verhindert ist, eröffne ich die heutige Sitzung und heiße Sie alle herzlich willkommen.

Bevor wir in die Tagesordnung eintreten, möchte ich einer Ehrenpflicht genügen und einige Worte über unser verstorbenes Mitglied Herrn Geheimrat Orlich sagen. Sie haben wahrscheinlich in der Tagespresse seinen Lebenslauf und den Nachruf von Herrn Geheimrat Görges in der ETZ gelesen. Sie wissen, daß der Verstorbene seit 1899 dem Elektrotechnischen Verein angehört hat, daß er 1913 und 1914 unser Vorsitzender war und daß er von jeher für den Verein viel Gutes und Wertvolles geleistet hat. Sie kennen ihn wahrscheinlich auch aus seinen Vorträgen und wissen, daß er eine sehr hübsche und niemals langweilige Art hatte, daß er manchmal drastische Bemerkungen liebte und trotzdem immer außerordentlich klar und wissenschaftlich streng war und immer den Nagel auf den Kopf traf.

Ein besonderes Verdienst hat er sich um den Elektrotechnischen Verein durch die Gründung des Außeninstituts erworben, wodurch die vom Verein bereits seit 1906 eingeleiteten Vortragsreihen auf eine breitere Basis gestellt wurden und große Erfolge erzielten. Wir haben unter seiner Führung und Mitwirkung eine ganze Reihe von Vortragszyklen aufgezogen, die sich alle eines ungewöhnlich lebhaften Zuspruchs erfreuten. Wir hatten, wie Orlich sagte, stets „ausverkaufte Häuser", und das lag zum großen Teil an seiner eigenen gewissenhaften und aufopferungsvollen Mitwirkung und Tätigkeit. Ich selbst hatte die Gelegenheit und Freude, etwa 11 Jahre in diesem Ausschuß mitzuwirken und seine Art, zu regieren und Vorschläge zu machen, kennen zu lernen. Er hat, obwohl er vielfach sehr belastet war, sich stets Zeit für uns genommen und wertvolle Anregungen gegeben.

Wie Sie aus der „Elektrotechnischen Zeitschrift" und dem „Archiv" wissen, hat der Verstorbene auch sonst für den Verein durch hochbedeutsame Aufsätze gewirkt und ist stets als einer der Förderer der wissenschaftlichen Bestrebungen des Vereins anzusprechen. Ich sage nicht zuviel, wenn ich hervorhebe, daß wir alle ihn verehrt haben und sein Andenken in Ehren halten werden. — Sie haben sich zu seinen Ehren erhoben. Ich danke Ihnen. —

Wir haben heute zum erstenmal den Versuch gemacht, die geschäftlichen Mitteilungen, die manchmal viel Zeit in Anspruch nehmen und oft auch etwas eintönig wirken, den Herren in Bildern vorzuführen. Wie ich gesehen habe, sind heute bei diesen geschäftlichen Mitteilungen, die eigentlich wenig geschäftlich waren, auch einige Propagandamitteilungen unterlaufen. Aber wir wollen das ruhig einmal hinnehmen; es schadet nichts, wenn den Mitgliedern des Vereins auch einmal unsere wertvollen literarischen Erscheinungen wie z. B. das Jahrbuch und die Festschrift zum goldenen Jubiläum des Vereins deutlich vor Augen

Digitized by Google

gehalten werden. Ob das weitergeführt wird, weiß ich nicht, und ich möchte es unserem Vorsitzenden überlassen. Aber der Versuch ist jedenfalls dankenswert, und wenn diese Art ausgebaut wird, könnten wir tatsächlich Zeit sparen und für die Diskussion gewinnen.

Gegen die Berichte über die beiden wichtigen Sitzungen am 29. I., die Jahresversammlung, und am 26. II. sind Einwendungen nicht ergangen. Die Berichte sind somit angenommen.

Es ist beabsichtigt, unter den Gauvereinen der Reichsgemeinschaft Technisch-Wissenschaftlicher Arbeit (RTA) künftig eine möglichst innige Fühlungnahme herbeizuführen. Zu diesem Zweck werden Vorträge veranstaltet werden, die allgemeines technisches Interesse bieten und zu denen sämtliche RTA-Vereine eingeladen werden. Der betreffende Fachverein, der den Vortrag veranstaltet, behält dabei die Führung. Mit dem Gauobmann der technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin, Herrn Stadtbaurat Dr. Kölzow, ist ein solcher Abend für den 30. April in Aussicht genommen, der gleichzeitig unsere ordentliche Monatsversammlung bildet. Als Vortragender ist Herr Dr.-Ing. Buff gewonnen worden, der über das Thema: „Die Bedeutung der Groß-Elektrowärme-Geräte für Technik und Wirtschaft" vortragen wird.

In der Vereinsversammlung am 26. II. haben Sie zur Errichtung der „Stiftung des Elektrotechnischen Vereins e. V. zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der deutschen Elektrotechnik" Ihre Genehmigung erteilt. Zu diesem Zweck sind Wertpapiere im Betrage von rd. 250 000 RM (Kurswert vom 25. II. 1935) der Reichs-Kredit-Gesellschaft AG. überwiesen worden. Mit Ihrer Zustimmung haben die Herren Dr. Thürmel und Professor Dr. Wallot die Verwaltung der Papiere gemeinschaftlich und persönlich, d. h. treuhänderisch, übernommen und üben das Verfügungsrecht darüber gemeinsam aus. Es könnte nun möglicherweise der Fall eintreten, daß einer der beiden genannten Herren daran verhindert ist. Zur Vermeidung solcher theoretischen Möglichkeiten empfiehlt sich auch nach Rücksprache mit der Bank die Wahl eines dritten Herrn, eines Stellvertreters. Hierfür ist Herr Geheimrat Dr. Bücher vorgeschlagen worden. Werden Einwendungen gegen diesen Vorschlag erhoben? Das ist nicht der Fall. Dann sind Herrn Geheimrat Bücher in den Fällen der Vertretung die gleichen Rechte wie Herrn Dr. Thürmel und Herrn Professor Dr. Wallot übertragen.

Wir kommen nun zum zweiten Punkt der Tagesordnung, zu dem Vortrag des Herrn Ministerialrat Hubrig über das Thema: „Das Elektrofahrzeug im Dienste der Deutschen Reichspost, seine verkehrs- und volkswirtschaftliche Bedeutung". Ich bitte Herrn Hubrig, das Wort zu nehmen.

(Vortrag und Diskussion folgen.)

Meine Herren! Sie haben durch Ihren Beifall zum Ausdruck gebracht, wie sehr Sie der Vortrag des Herrn Ministerialrat Hubrig interessiert hat. Da niemand mehr das Wort wünscht, darf ich dem Herrn Vortragenden den Dank der Versammlung aussprechen. (Lebhafter Beifall.) Damit schließe ich die Sitzung.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein E. V.

Bock, Heinz, Ingenieur, Berlin
Empfenzeder, Josef, Elektroingenieur, Bln.-Siemensstadt
Giebelhausen, Otto, Elektroingenieur, Löwenberg (Mark)
Goetsch, Hermann, Oberingenieur, Falkensee
Jainski, Paul, cand. ing., Bln.-Charlottenburg
Kirscht, Bruno, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf
Kostka, Fritz, Ingenieur, Bln.-Buchholz
v. Mangoldt, Walter, Dr.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Sennheiser, Fritz, cand. ing., Bln.-Karlshorst
Schulze, Gerhard, Elektroingenieur, Senzig (Kr. Teltow)
Werner, Klaus, Dipl.-Ing., Bln.-Wannsee.

Außerordentliche Sitzung

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens am 12. II. in der Techn. Hochschule Berlin.

Besprechung des Vortrages

des Herrn Prof. Dr. Norinder (Upsala) über:

„Untersuchungen von Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen in Schweden mittels Kathodenstrahl-Oszillographen"[1]).

Vorsitz: Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Herr **K. W. Wagner:** Die Probleme der atmosphärischen Störungen und der Blitzentladungen sind umfangreich und verwickelt. Unter denjenigen, die auf diesem Gebiete mit großem Erfolg gearbeitet und unsere Kenntnisse wesentlich erweitert haben, steht Herr Professor NORINDER an erster Stelle. Wir danken ihm dafür, daß er uns aus seinem Arbeitsgebiet und aus dem reichen Material, das er im Laufe der Zeit gesammelt hat, einen Ausschnitt gegeben und uns einen besseren Einblick in den Verlauf der Blitzentladungen und Rundfunkstörungen vermittelt hat, als es bisher möglich war. Wir danken ihm aber auch dafür, daß er nicht die Mühe gescheut hat, die weite Reise von Uppsala bis hierher zu machen, um uns heute abend diesen schönen Vortrag zu halten. (Lebhafter Beifall.)

Ich eröffne nun die Diskussion.

Herr **Müller-Hillebrandt:** Ich möchte noch einmal auf die Abbildung des Herrn Vortragenden zurückkommen, die die Häufigkeit der Blitzströme und der zeitlichen Blitzstromänderungen zeigte[2]). Die Kenntnis der Häufigkeit der Blitzströme und ihrer zeitlichen Änderungsgeschwindigkeit ist für die Hochspannungstechnik von außerordentlicher Bedeutung. Jede Bereicherung unseres Wissens über diese Werte kann nur wärmstens begrüßt werden. Herr Prof. Dr. NORINDER berichtete, daß die meisten Blitzentladungen Stromstärken von 10 bis 20 kA aufweisen. Dieses Ergebnis dürfte auch mit den Messungen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen, die Herr Dr. GRÜNEWALD vor einiger Zeit veröffentlichte, in Einklang stehen. Neuartig sind die Messungen über die zeitliche Änderungsgeschwindigkeit des Blitzstroms, also das, was als kA/μs bezeichnet war. Nach Oszillogrammen, die in Amerika veröffentlicht sind, konnte man bisher mit Änderungsgeschwindigkeiten von etwa 5 bis 10 kA/μs rechnen. Diese Werte ergaben sich bei Blitzen in der Größenordnung von 20 bis 30 kA Höchstwert des Stroms. Wenn man aus den heute veröffentlichten Messungen Höchstwerte von 20 bis 30 kA/μs als Stromänderungsgeschwindigkeit entnimmt, ist man im ersten Augenblick vielleicht über die außerordentlich hohen Werte der Stromänderungsgeschwindigkeit erstaunt, die natürlich Sekundärstörungen in Mittel- und Niederspannungsnetzen erklären können. Immerhin scheinen diese Werte durchaus glaubhaft zu sein, denn es ist zu bedenken, daß ja auch Blitzentladungen in der Größenordnung von 10 A von ihm ermittelt wurden. Dies ist auch in Übereinstimmung mit einer Berechnung. Aus Oszillogrammen des zeitlichen Verlaufs der Spannung an der Blitzeinschlagstelle kann der Verlauf des Stroms bestimmt werden, allerdings nur unter gewissen Annahmen über die Erdungsverhältnisse und Erdseilanordnungen bei Hochspannungsleitungen. Wenn man solche Berechnungen durchführt und mit dem gemessenen Spannungsverlauf vergleicht, dann kann man auch Stromänderungsgeschwindigkeiten in der Größenordnung von 20 bis 30 kA (als Höchstwert) erhalten, wobei dann der Blitz in etwa 15 bis 20 μs seinen Höchstwert von 50 bis 100 kA erreicht. Solche Rechnungen konnten nur tastende Versuche zur Klärung sein. Deswegen ist das überaus reiche, jetzt vorliegende versuchsmäßig gewonnene Zahlenmaterial wärmstens zu begrüßen.

Herr **Schwenkhagen:** Der Herr Vortragende zeigte in den ersten Oszillogrammen Aufnahmen der Feldstärkeänderungen mit dem Bemerken, daß sie von Teilentladungen herrührten. Nach den angegebenen Maßstäben lagen die einzelnen Entladungen zeitlich um etwa 10 bis 100 μs auseinander; sie folgten also in außerordentlich kurzen Zeitabständen aufeinander. Nach den in Deutschland von der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen durchgeführten Untersuchungen lagen dagegen die Abstände zwischen den einzelnen Teilentladungen eines Blitzschlags in der Größenordnung von 0,1 bis 0,01 s.

Ich möchte den Herrn Vortragenden fragen, ob er der Meinung ist, daß die von ihm als Teilentladungen bezeichneten Vorgänge als einzelne Entladungen auf der ganzen Blitzbahn zur Erde hin anzusehen sind, oder ob es sich dabei nicht vielmehr um Vorgänge handelt, die mit dem stufenweisen Vorwachsen des Blitzkopfes verbunden sind, ehe die eigentliche Entladung zur Erde beginnt; sie wären dann eher mit dem Namen Ruckstufen zu bezeichnen als Teilentladungen.

Herr **Harald Norinder:** Die Entladungen, die in so kurzen Zeitabständen aufeinander folgen, sind keine eigentlichen Teilentladungen. Man kann aus den Oszillogrammen sehr schön sehen, daß die Teilentladungen in viel größeren Zeitabständen folgen.

---

[1]) ETZ 56 (1935) S. 393.

[2]) Abb. 14a/b, S. 398.

Digitized by Google

Herr **Harald Müller**: Zur Prüfung der Beeinflussung von Rundfunkgeräten durch atmosphärische Störungen haben wir seinerzeit im Laboratorium der Hescho, Hermsdorf/Thür., Messungen mit sehr steilen Wellen durchgeführt, um festzustellen, auf welchen Wellenlängen die Störungen am größten waren. Wir fanden, daß bei sehr steilen Wellen das Gebiet der mittleren Wellenlängen 200 bis 400 m am meisten betroffen wurde, während die sehr langen Wellen, z. B. die Welle des Deutschlandsenders, verhältnismäßig nicht so sehr gestört wurden[3]). Es wäre interessant zu hören, ob etwa Vergleichsmessungen an Schwingungskreisen mit jeweils unveränderter Wellenlänge durchgeführt worden sind, wobei einmal die Störung oszillographisch festgehalten wurde und anderseits der Einfluß auf die einzelnen Schwingungskreise festgestellt wurde. Man wird dann einen Begriff davon bekommen können, welche Wellenlängen am empfindlichsten für Störungen sind.

Herr **Harald Norinder**: Ich kann hierzu bemerken, daß wir eine Menge solcher oszillographischer Untersuchungen gemacht haben. Ihr Ergebnis ist aber noch nicht veröffentlicht worden. Wir haben bestimmte Impulse geschafft und in einem bestimmten Kreis mit Oszillographen aufgenommen. Dabei wurden im Hinblick auf die Störungstendenz der Impulse interessante Beobachtungen gemacht, vor allem die Steilheit, auf die es ankommt. Ich kann aber noch nicht näher auf diese Frage eingehen, da die Arbeit noch nicht ganz abgeschlossen ist. Es bestand hier ein Widerspruch zu den verhältnismäßig langsamen atmosphärischen Störungen, die die Rundfunkgeräte beeinflussen. Man muß mit mehr kurzwelligen Störungen und mit einer größeren Steilheit rechnen und arbeiten, wenn man solche Beobachtungen an Rundfunkgeräten macht.

Herr **K. W. Wagner**: Zu der Frage des Frequenzbereiches der atmosphärischen Störungen gestatte ich mir, noch folgendes zu bemerken. Wenn wir einen Impuls von einer gegebenen Form haben, dann können wir einen solchen Stoß bekanntlich nach der Fourier-Analyse in ein kontinuierliches Frequenzspektrum auflösen. Man findet dann, daß die Amplituden in diesem Spektrum nach den hohen Frequenzen hin abnehmen, wobei das Gesetz der Abnahme von der Form des Stoßes abhängt. So kann man z. B. für einen genau rechteckigen Impuls ausrechnen, daß die Intensität der höheren Frequenzen in dem Spektrum umgekehrt proportional mit der Frequenz abnimmt. Wir haben also eine hyperbolische Amplitudenverteilung. Für eine dreieckige Form des Impulses erhält man ein Spektrum, in dem die Intensität mit dem Quadrat der Frequenz abnimmt ($1/F^2$). Bei einem sinusförmigen Impuls bekommt man eine Abnahme nach der dritten Potenz usw. Jedenfalls erhält man in allen Fällen eine Abnahme der Intensität mit steigender Frequenz, wobei die Abnahme um so später merklich wird, je kürzer der Stoß ist. Auch die praktische Erfahrung geht dahin, daß die Intensität des Spektrums der atmosphärischen Störungen auf den kurzen Wellen geringer ist als auf den längeren Wellen.

Dabei ist nun aber folgendes zu beachten. Die Impulse, die die Störungen hervorrufen, das sind die atmosphärischen elektrischen Entladungen, entstehen an den verschiedensten Stellen der Erde. Und wenn wir, nach den Ausführungen des Herrn Vortragenden, mit Entladungen von 10, 20, 100 kA in einer Strombahn von mehreren km Länge rechnen, dann sind das außerordentlich starke Funksender, die auf der ganzen Erde empfangen werden können. In unseren gemäßigten Breiten haben wir damit zu rechnen, daß ein großer Teil der Störungen, die wir beobachten, aus einer weiten Entfernung, meist aus den Tropengebieten, herkommt. Es ist ein sehr schönes Ergebnis, das wir Herrn Postrat Baeumler verdanken, daß man starke Störungen gleichzeitig an den verschiedensten Stellen der Erde beobachten kann. Herr Baeumler konnte z. B. feststellen, daß ein Teil der aufgezeichneten Störimpulse gleichzeitig in Deutschland, in New York, in San Francisco und auf der Südseeinsel Hawai auftritt. Wenn wir aber mit so großen Ausbreitungen zu rechnen haben, dann geht auch das Ausbreitungsnetz der elektrischen Wellen ein. Das Spektrum einer Blitzentladung, die z. B. am Äquator vor sich geht, ist bei uns ganz anders beschaffen als in der Nähe des Blitzes, weil die verschiedenen Wellen sich bekanntlich verschieden gut ausbreiten, so daß z. B. ein gewisses mittleres Wellengebiet in größeren Entfernungen ausfällt. Im Kurzwellenbereich macht sich der Einfluß von Tag und Nacht auf die Ausbreitung stark geltend. Das ganze Problem ist mithin sehr kompliziert, vor allem, wenn man noch bedenkt, daß auf der Erde dauernd elektrische Entladungen vor sich gehen, und daß daher das beobachtete Störungsspektrum die Summenwirkung aller irgendwo auftretenden Entladungen darstellt. Daher wird erst ein sehr viel größeres Beobachtungsmaterial, als wir es heute besitzen, über all diese noch offenen Fragen die letzte Entscheidung bringen können.

Herr **Peters**: Um weitere physikalische Einblicke zu erlangen, dürfte es sich empfehlen, gleichzeitig mit der oszillographischen Aufzeichnung der elektrischen Feldstärke und mit der Entfernungsmessung aus dem Zeitunterschied zwischen Blitz und Donner den Blitzentladungsvorgang selbst optisch mit der rotierenden Kamera von Boys aufzunehmen. Vermutlich beeinflußt nämlich nicht nur die Blitzentfernung den Störcharakter, sondern auch unmittelbar seine Entladungsart. Blitze zwischen Wolken neigen z. B. infolge der geringeren Dämpfung wohl mehr als solche zwischen Wolke und Erde zu Oberschwingungen, die Zisch- oder Brodelgeräusche verursachen. Bei Ferngewittern können diese durch Reflexionen an der Heavisideschicht entstehen.

Herr **K. W. Wagner**: Diese Anregung ist sehr dankenswert. Sie war auch auf der letzten Generalversammlung des internationalen funkwissenschaftlichen Vereins (URSI) in London eine der Empfehlungen einer Kommission, deren Vorsitz Herr Professor NORINDER hatte.

Wünscht noch jemand das Wort? — Das ist nicht der Fall. Die ausgiebige Diskussion hat Ihnen, Herr Professor NORINDER, gezeigt, wie sehr Ihr Vortrag unsere Teilnahme erweckt hat. Wir danken Ihnen nochmals für Ihre sehr lehrreichen Ausführungen.

Ich schließe damit die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

[3]) Z. techn Physik 11 (1930) S. 425. Abschn. 3. Nachträglich zugesetzt.)

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Danzig. 29. IV. (Mo), 20 h, T. H.: „Dampf, Elektrizität oder Brennkraft im Bahnbetrieb". Dipl.-Ing. Konrad.

VDE, Gau Düsseldorf. 26. IV. (Fr), 20 h, „Gesellschaft Verein": „Erzeugung des Aluminiums und seine Verwendung in der Elektrotechnik". Dipl.-Ing. Dunker.

VDE, Gau Oberschlesien, Hindenburg. 29. IV. (Mo), 17 h, Büchereisaal der Donnersmarckhütte: „Die neuzeitl. Fernsprechtechnik unter bes. Berücks. des Luftschutzes". Obering. Gust.

VDE, Gau Saar, Saarbrücken. 26. IV. (Fr), 20 h, Handwerkskammer: „Die neuesten Fortschritte in der Höchstspannungskabeltechnik" (m. Lichtb.). Dr. phil. H. Brauns.

VDE, Gau Pommern, Stettin. 26. IV. (Fr), 20 h 15 m, Konzerthaus: „Das Verhalten von Stromwandlern im Betrieb". H. Vahl.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG), Berlin. 2. V. (Do), 17 h 30 m, Hörs. 141 (Hauptgeb.) der T. H.: „Das Tageslicht im Gebäude". W. Büning u. W. Arndt.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

G. Frisch †.

Durch Herzschlag verschied am 25. März. d. J. Herr Dipl.-Ing. Georg Frisch, Betriebsdirektor der Ostpreußenwerk AG. Herr Frisch ist am 2. Januar 1878 in Augsburg geboren. Er besuchte die Technische Hochschule in München in den Jahren 1896/1900. Danach war er mehrere Jahre hindurch als Ingenieur für Projektierung und Bau elektrischer Licht- und Kraftanlagen bei verschiedenen Firmen Süddeutschlands und bei den Siemens-Schuckertwerken in Berlin tätig. Im Jahre 1909 bereits kam er nach Ost-

Digitized by Google

preußen und war beim Ostpreußischen Revisionsverein in Königsberg 11 Jahre als Oberingenieur beschäftigt. Als im Jahre 1920 die Entwicklung der Landesversorgung ihren Anfang nahm, trat er als Oberingenieur in die Dienste des Ostpreußenwerks und war lange Jahre hindurch bis zu seinem Todestage technischer Leiter der Ab-

G. Frisch †.

teilung Überlandwerk Gumbinnen. Dem VDE gehörte Herr Frisch etwa 30 Jahre an. Er war Mitbegründer des Ostdeutschen Elektrotechnischen Vereins, des jetzigen Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Gau Ostpreußen, und im Jahre 1932 dessen Vorsitzender.

M. Pupin †.

Am 12. III. 1935 ist Michael Pupin, der Elektrophysiker der Columbia Universität in New York, aus einem Leben erfolgreichen und gesegneten technischen und wissenschaftlichen Schaffens abberufen worden. Die Ge-

Michael Pupin †.

schichte seines Lebens, wie er sie uns selbst in seinem Buche „Vom Hirten zum Erfinder“[1]) geschrieben hat, ist die eines wunderbaren Aufstiegs vom serbischen Bauernjungen und mittellosen Auswanderer zum höchst erfolgreichen Wissenschaftler und Erfinder. Geboren 1859 in einem Dorfe der österreichischen Militärgrenze im Banat, wandert er mit 15 Jahren nach den V. S. Amerika aus. Mit eisernem Fleiß erwirbt er sich in Abendkursen und durch Bücherstudien die zum Besuche des Columbia College erforderliche Vorbildung. In seiner Studienzeit auf der Columbia Universität und in Cambridge begeistern ihn vor allem die Schriften Tyndalls, die Ergebnisse der Faradayschen Forschungen und die Maxwellschen Theorien. 1885/86 studiert er an der Berliner Universität und hört die Helmholtzschen Vorlesungen über Experimentalphysik. Besonders rühmt er die Kunst, mit der Helmholtz die Faraday-Maxwellsche Theorie auszulegen und verständlich zu machen verstand. In seiner Berliner Zeit kommt er auch mit Werner v. Siemens in persönliche Berührung. Nach Amerika zurückgekehrt, baute er die Abteilung für Elektrotechnik am Columbia College auf und widmete sich zunächst der Lehrtätigkeit, aber bald darauf in steigendem Maße seinen Forschungsarbeiten, deren schönste Frucht die 1899 gemachte Erfindung der punktweisen induktiven Belastung von Fernsprechleitungen wurde, die ihn weltberühmt machte. Die American Telephone and Telegraph Co. erwarb seine amerikanischen Patentrechte, für Europa erwarben sie Siemens & Halske, und nun begann der Siegeszug der Pupinspule in der Fernsprechkabel-Technik aller Länder, denn mit der Einführung des Pupinsystems war die erste und wichtigste Grundlage für die neuzeitliche Fernkabeltechnik geschaffen und die Möglichkeit der Sprachübertragung auf Kabelstromkreisen von mehreren hundert Kilometer Sprechweite sichergestellt.

Das erste europäische pupinisierte Kabel war das 1902/03 gebaute Fernsprechkabel Berlin—Potsdam; andere zunächst kleinere Anlagen folgten, und schon 1912 konnte man in Deutschland die große Aufgabe des Baues eines 600 km langen Fernsprechkabels zwischen Berlin und Köln, des allgemein bekannt gewordenen Rheinlandkabels, beginnen. Nach dem Weltkrieg ging die Entwicklung der mit Pupinspulen belasteten Fernsprechkabel in großem Ausmaße weiter, und heute sind allein in den europäischen Ländern etwa 6 Mill km Stromkreise nach dem Pupinschen Verfahren mit den seinen Namen tragenden Spulen ausgerüstet. — Auch auf anderen Gebieten, z. B. hinsichtlich der Abstimmung elektrischer Schwingungskreise, hat Pupin erfolgreich gearbeitet; sein Kampf um die Anerkennung des Wertes wissenschaftlicher Forschung durch die amerikanische Industrie und die Öffentlichkeit hat den V. S. Amerika reichen Segen gebracht.

In seiner Lehr- und Forschungstätigkeit war Pupin stets von hohem Idealismus erfüllt, nicht die materielle Bedeutung eines Fortschrittes war für ihn das wesentliche, sondern der ideale kulturelle Gewinn, den die Lösung physikalisch-technischer Aufgaben zur Folge hat. Und so war es für ihn eine ganz besondere Befriedigung, durch seine Erfindung dem Fernsprechverkehr über die weitesten Entfernungen den Weg gewiesen zu haben und so bahnbrechend zu diesem großen Kulturwerk den wichtigsten Grundstein gelegt zu haben. Der Name dieses hervorragenden Pioniers des Fernkabelwesens wird für alle Zeiten in der Geschichte der Fernsprechtechnik weiterleben.

Wilhelm Rihl.

[1]) Besprechung: ETZ 51 (1930), S. 1787. Auch das obenstehende Bild Pupins ist diesem Buch entnommen (Verlag Felix Meiner, Leipzig).

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der elektrische Tod.

1. Im H. 34 der ETZ 55 (1934), S. 835, hat Dr. Siegfried KOEPPEN Daten über den elektrischen Tod veröffentlicht, welche mit meinen — auf Jahrzehnte sich erstreckenden — Beobachtungen und Erfahrungen gänzlich übereinstimmen.

In Budapest rücken zu einem durch elektrischen Strom Verunglückten tunlichst ich oder der dienstführende Oberarzt aus, so daß wir gewöhnlich höchstens 5 bis 10 min nach dem Unfall an Ort und Stelle sind. Auf Grund jahrzehntelanger Erfahrungen können wir folgendes feststellen:

1. Laien bezeichnen jegliche Bewußtlosigkeit als Tod, und wenn der „Tote“ infolge ihrer Eingriffe zu sich kommt, behaupten sie, „sie hätten den Gestorbenen zum Leben erweckt“.
2. Wenn der elektrische Tod tatsächlich eingetreten war, hilft nach unseren Erfahrungen weder seitens der Laien noch seitens der Ärzte irgendwelcher Eingriff, wenngleich die Belebungsversuche stets bis zum unzweifelhaften Eintritt des Todes fortgesetzt wurden (Totenstarre, Totenflecke).

Digitized by Google

3. Im Falle zweier elektrischer Todesfälle waren zwei Ärzte (Röntgenologen) bei dem Unglück zugegen und begannen unverzüglich mit den Belebungsversuchen, ihre Arbeit war aber doch ohne Erfolg.

Treffend sagt KOEPPEN in seiner „Studie über den elektrischen Tod", daß in erster Reihe die Prävention wichtig ist, nämlich die sorgsamste technische Einrichtung und die Belehrung des Publikums.

Budapest, 10. IX. 1934.

Dr. Emili Körmöczi,
kgl. ung. Obersanitätsrat, Direktor-Chefarzt der Budapester Freiwilligen Rettungsgesellschaft.

II. Zu dem Aufsatz des Herrn Dr. KOEPPEN möchte ich folgendes richtigstellen:

1. Es ist nicht richtig, wenn Herr Dr. KOEPPEN in der „Übersicht" sagt „Das Problem des elektrischen Todes wird an Hand von Unfällen und Tierversuchen nach den neuesten Forschungen erörtert". Es ist vielmehr richtig, daß Dr. KOEPPENS Tierversuche nicht nur nichts Neues bringen, sondern sie stellen nur eine Wiederholung ähnlicher, schon von verschiedenen anderen Forschern (zum ersten Male von PRÉVOST[1] und BATELLI 1899 und von mir 1908, Pflügers Arch.) ausgeführter Versuche dar. Auch die von Dr. KOEPPEN mitgeteilten Todesfälle und die daran geknüpften Erörterungen bringen keinen neuen Gesichtspunkt.
2. Es ist nicht richtig, daß „die bisher gemeldeten Erfolge bei den Wiederbelebungen nur von Laien beobachtet worden sind". Es ist vielmehr richtig, daß ich in meinem Buche („Der elektrische Unfall", 3. Aufl. 1931) über Wiederbelebungserfolge berichte an Opfern, die von Ärzten für scheintot und tot gehalten wurden; über einen Fall z. B. war vom Arzt sogar schon ein Totenschein ausgestellt worden (Protokoll des Factory department in London 1917).
3. Es ist nicht richtig, daß „JELLINEK selbst noch keinen einzigen Fall, an dem er Erfolg gehabt hat, gemeldet hat". Es ist vielmehr richtig, daß ich auf S. 190 meiner Monographie „Klinik und Histopathologie der elektrischen Verletzung" ausdrücklich berichte, daß sich die Wiederbelebung nach dem von mir am Unfallsorte ausgeführten Rückenstich und Entleerung von Gehirnwasser eingestellt hat.

Wien, 8. I. 1935. Prof. Dr. Stefan Jellinek.

Erwiderung.

Der Zuschrift von KÖRMÖCZI kann ich durchaus beistimmen. Seine Erfahrungen und Beobachtungen bei elektrischen Unfallsopfern stimmen mit unseren Beobachtungen und wissenschaftlichen Untersuchungen völlig überein. Es gibt keinen elektrischen Scheintod, es gibt kein Aufmerksamkeitsproblem, das vor elektrischen Todesfällen bewahrt. Die Wiederbelebungsversuche sind bisher ohne Erfolg bei elektrischen Todesunfällen gewesen. Deshalb müssen wir die Wege der Unfallverhütung beschreiten und alles vermeiden, was in unserer Kraft liegt, um den Unfällen vorzubeugen. Trotzdem verlangen wir in allen elektrischen Todesfällen, daß sofort mit allen zu Gebote stehenden Mitteln Wiederbelebungen durchgeführt werden, da wir als Ärzte die Pflicht haben, auch bei geringen Aussichten helfend einzugreifen.

Zu den Richtigstellungen des Herrn JELLINEK bemerke ich:

Zu 1. Dem aufmerksamen Leser meiner Arbeiten überlasse ich die Entscheidung, ob ich in meinen Arbeiten etwas Neues bringe.

Zu 2. Hierzu vergleiche die Ausführungen von KÖRMÖCZI. Selbst ein Arzt ist oft nicht in der Lage, am Unfallsort einwandfrei zu entscheiden, ob der Verunglückte nur bewußtlos oder tot ist[1]).

Zu 3. Den zugestandenermaßen einzigen eigenen Fall von gelungener Wiederbelebung beschreibt JELLINEK unter „Krankheitszuständen des Nervensystems" und führt die gelungene Wiederbelebung auf die am Unfallort von ihm selbst ausgeführte Lumbalpunktion zurück. Die gegebene Beschreibung erlaubt kein Urteil, ob es sich um eine elektrische Schädigung des Zentralnervensystems gehandelt hat, da durch den Sturz eine Cormotio (Gehirnerschütterung) nicht auszuschließen ist. Die schwere Verbrennung am Scheitel entspricht der bekannten Wirkung hochgespannter elektrischer Ströme, welche nur bei schweren und ausgedehnten Verbrennungen dritten Grades und Überhitzungen tödlich auslaufen[2]) und nicht als akuter elektrischer Tod zu bezeichnen sind. Wir kennen keinen ärztlich kontrollierten, gelungenen Wiederbelebungsversuch bei plötzlichem elektrischen Tod. Dr. S. Koeppen.

(Wir schließen hiermit diese Erörterung. D. S.)

[1]) Vgl. Bruns, Wiener mediz. Wschr. 8 (1934) II. 32. S. 1225.
[2]) Vgl. Sibler, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 549.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Technik der Fernwirkanlagen. Fernüberwachungs- und Fernbetätigungseinrichtungen für den elektrischen Kraftwerks- und Bahnbetrieb, für Gas-, Wasser- und andere Versorgungsgebiete. Von Dr.-Ing. W. Stäblein. Mit 172 Abb., VIII. u. 294 S. in gr. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1934. Preis geb. 15 RM.

Große Elektrizitätswerke mit ausgedehnten Verteilungsnetzen benötigen zur technisch und wirtschaftlich richtigen Betriebsführung die Hilfsmittel der Fernüberwachung und Fernbetätigung; sie gehören heute zum unentbehrlichen Rüstzeug der Lastverteiler bzw. zentralen Kommandostellen. Da die Technik der Fernwirkanlagen verhältnismäßig jung ist, sich aber in kurzer Zeit hoch entwickelt hat, so entspricht das Erscheinen eines Buches über dieses Grenzgebiet zwischen Stark- und Schwachstromtechnik einem dringenden Bedürfnis der Praxis. Das vorliegende Buch behandelt systematisch und zusammenfassend die gesamte Technik der Fernwirkanlagen. Der außerordentlich umfangreiche Stoff ist sehr übersichtlich gegliedert und hervorragend klar dargestellt, so daß das Buch allen, auch den höchsten Ansprüchen gerecht wird, die man an ein solches Werk sowohl nach der theoretischen und meßtechnischen als auch nach der praktischen Seite hin stellen kann. Die Grundlagen der Technik und ihre Verfahren werden klar herausgearbeitet, die Lösungen für die einzelnen Aufgaben ausführlich dargestellt und an Beispielen aus der Praxis eingehend erläutert.

Im einzelnen werden behandelt die Fernübertragung von Meßwerten durch Fernmessung und die von Zählerständen durch Fernzählung sowie die verschiedenen Verfahren zur Summierung von Meßwerten, die selbsttätige Regelung von Maschinen durch Fernregelung im Anschluß an einen fernübertragenen Meßwert, die Fernbetätigung von Schaltern u. dergl. sowie die Überwachung ihrer Stellungen durch die leitungsparenden Mittel der Fernschaltung oder Fernsteuerung und Fernmeldung. Ein besonderer Abschnitt ist dem Problem der Übertragung auf Leitungen und den Leitungskanälen gewidmet, was von grundlegender Bedeutung ist für die praktische Anwendbarkeit der behandelten Verfahren. Im Anhang werden zahlreiche ausgeführte Apparate und Anlagen gezeigt. Den Schluß des Buches bildet ein umfangreiches Schrifttumverzeichnis, das nach den einzelnen Fachgebieten übersichtlich geordnet ist.

Der Verfasser hat in dem vorliegenden Buch eine ganz hervorragende Arbeit geleistet. Das mustergültige Werk kann allen Interessenten, sowohl den Studierenden und Fachgenossen, besonders den Betriebsingenieuren der Elektrizitätswerke bestens empfohlen werden.

Erich Schulze.

Rundfunk ohne Störungen. Die Entstehung, Ausbreitung und Beseitigung von Empfangsbeeinflussungen. Mit alphabetischer Störerübersicht. Von H.-G. Engel u. K. Winter. Mit 238 Abb. u. 177 S. in 8°. Union Deutsche Verlagsges., Zweigniederlassung Berlin 1934. Preis kart. 4,90 RM, geb. 6,50 RM.

Die Verfasser suchen zunächst den Fehler in der eigenen Empfangsanlage, die infolge ihres Alters oder schlechten Aufbaues Mängel aufweisen kann. Sie besprechen dann die von außen kommenden nieder- und hochfrequenten Empfangsbeeinflussungen, ihre Entstehung, Ausbreitung, Aufsuchung und Messung. Darauf folgen die Schutzmaßnahmen, die man an der gestörten Anlage anbringen muß, und solche, die an der Störquelle notwendig sind. Wie immer, so spielt auch in diesem Buch die geschirmte Antenne eine große Rolle. Die Entstörungsmaßnahmen werden sehr eingehend und mit zahlreichen Hinweisen auf die Verbandsvorschriften besprochen und stellen wohl das Beste dar, was die heutige Literatur bietet. Sehr willkommen wird manchem die alphabetische Störerübersicht sein, die von einer bemerkenswerten Vollständigkeit ist. Das Buch wendet sich wohl in erster Linie an den besseren Funkhändler und fortgeschrittenen Bastler; es wird aber auch jedem Stark-

Digitized by Google

stromfachmann wertvoll sein, zumal es beim Entstören von Maschinen usw. stark in sein Arbeitsgebiet eingreift. Mit seiner klaren Sprache und den schönen Abbildungen wird das Buch jedem Leser Freude machen und großen Nutzen bringen. Karl Mühlbrett.

WIRTSCHAFTSTATISTISCHE MITTEILUNGEN ÜBER DIE ELEKTROINDUSTRIE.

Elektrotechnische Erzeugung und Elektroaußenhandel Dänemarks. — Obwohl Dänemark hinsichtlich seiner Elektrizitätserzeugung je Kopf der Bevölkerung (164 kWh 1932) gegenüber anderen europäischen Staaten im allgemeinen erst einen mittleren Elektrisierungsgrad erreicht hat, ist es auf verschiedenen Gebieten der Elektrotechnik mit an erster Stelle zu nennen. Mit 9,8 Telephonanschlüssen auf 100 Einwohner steht Dänemark 1933 an vierter Stelle in der Welt und hinsichtlich der Rundfunkhörerdichte nimmt es Anfang 1934 sogar den ersten Platz ein. Den überwiegenden Teil seines Gesamtbedarfs an elektrotechnischen Erzeugnissen deckt Dänemark in steigendem Maße aus eigener Industrie. Der Gesamtbedarf (Eigenerzeugung + Einfuhr — Ausfuhr) betrug 1929 74,3 Mill RM. Die um die Ausfuhr verminderte Eigenerzeugung deckte davon 60,4 %. In den späteren Jahren muß allerdings für diesen Vergleich die statistisch nicht vollständig erfaßte Ausfuhr zu einem Teil geschätzt werden. Danach ergibt sich im Durchschnitt der Jahre 1932 und 1933 für die Eigenerzeugung ein Bedarfsdeckungsanteil von über 75 %. Die Zahlentafeln 1 u. 2 über Erzeugung und Außenhandel geben einen Überblick über die Verhältnisse bei den einzelnen Warengruppen.

Zahlentafel 1. Elektrotechnische Erzeugung. Werte in 1000 Reichsmark[1]).

Warengruppen	1929	1930	1931	1932	1933
Elektrotechnische Maschinen: Dynamos, Transformatoren, Elektromotoren	16 993	19 788	13 137	11 522	12 800
Akkumulatoren	1 013	1 252	1 214	1 565	1 622
Trockenelemente	12 107	11 355	8 627	6 574	5 042
Kabel, isolierte Drähte und Isoliermaterial[2])	12 546	14 910	12 113	8 195	10 628
Stromunterbrecher, Sicherungen und dergl.	4 655	6 382	4 011	3 200	3 816
Widerstände	637	499	438	347	399
Telephonapparate und Telephonmaterial	3 398	3 739	3 409	2 334	2 274
Elektrische Instrumente, Apparate und Zähler	3 049	3 822	3 042	3 136	3 418
Radiomaterial	7 376	9 434	6 487	5 428	7 686
davon: Empfänger	—	7 034	3 756	3 444	5 146
Anderes elektrotechnisches Material[3])	2 771	4 449	3 926	2 722	3 441
Insgesamt[4])	64 545	74 630	56 404	45 023	51 126

Quelle: Statistiske Meddelelser, Kopenhagen.

[1]) Umrechnungskurs seit der Währungsentwertung unter Berücksichtigung der Preisveränderung in Gold.
[2]) Diese Gruppe wird ohne Aufgliederung angegeben.
[3]) Darunter: Hochspannungsmaterial, Installationsmaterial und dergl.
[4]) Ohne die nichtelektrotechnische Erzeugung der elektrotechnischen Fabriken.

Die elektrotechnische Erzeugung Dänemarks hat im Jahre 1932 mit 45 Mill RM ihren tiefsten Krisenstand erreicht. Im Verlauf der 1933 auftretenden allgemeinen Aufwärtsbewegung der nationalen Wirtschaft zeigt auch die elektrotechnische Industrie eine steigende Richtung. Von der gesamten Erzeugung entfallen 1933 45,8 % auf die beiden Gruppen elektrische Maschinen sowie Kabel, isolierte Drähte und Isoliermaterial.

Die Einfuhr entspricht im Jahre 1933 im allgemeinen dem im Vorjahr erreichten Stand. Deutschland steht nach wie vor unter den Lieferländern an erster Stelle, wenngleich in den letzten Jahren ein wachsender Einfluß Englands sich bemerkbar macht. Unter den anderen Lieferländern sind vor allem Schweden, die V. S. Amerika und Holland zu nennen.

Eine Betrachtung der Elektroausfuhr Dänemarks wird leider dadurch erschwert, daß seit 1931 die bisher wichtigste Ausfuhrgruppe Elemente und Batterien (1929 rd. 50 % der Ausfuhr) nicht mehr ausgewiesen wird. Nach der vorliegenden Statistik sind die anteilsmäßig größten Warengruppen wie bei der elektrotechnischen Erzeugung Maschinen, Kabel und isolierte Drähte und die Sammelgruppe des Installationsmaterials.

Zahlentafel 3. Beschäftigte Personen.

	1929	1930	1931	1932	1933
Arbeiter[1])	4 429	5 035	4 341	3 747	4 054

[1]) Über die Zahl der Angestellten finden sich in der Quelle keine Angaben. Die für die Arbeiter angegebenen Zahlen enthalten nicht die in der Fabrikation von Kabeln, isolierten Drähten und Isoliermaterial beschäftigten Arbeiter. Diese Fabrikationszweige werden getrennt von der übrigen elektrotechnischen Fabrikation zusammen mit der reinen Drahtfabrikation erfaßt. Die mit der Herstellung von Drähten, Kabeln, isolierten Drähten und Isoliermaterial beschäftigten Arbeiter werden in einer Zahl angegeben.

Die Zahlentafel 3 bringt noch eine Aufstellung über die in der Elektroindustrie beschäftigten Personen.

Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Zahlentafel 2. Elektroaußenhandel 1933.

Warengruppen	Ausfuhr[1]) dänischer Waren dz	1000 RM[3])	%	Dänische Gesamt-Einfuhr[2]) dz	1000 RM[3])	%	Davon aus wichtigsten Ländern: Deutschland	Großbritannien	Schweden	USA	Niederlande	andere Länder
							in 1000 RM					
Dynamomasch., Elektromotoren ohne Arbeitsmaschinen	8 386	964	30,7	2 735	590	4,7	185	267	84	21	1	32
mit Arbeitsmaschinen	5 503	908	28,9	7 118	1 987	15,8	497	993	228	51	65	153
Magnete, Motoren, Rotoren	282	84	2,7	544	232	1,8	120	52	32	4	1	23
Staubsauger[4])	.	.	.	330	245	1,9	98	—	146	1	—	—
Lichtdynamos, Zündmagnete usw.	10	5	0,2	4 748	892	7,1	348	93	106	289	—	56
Akkumulatoren u. Platten dafür	94	15	0,5	7 367	522	4,1	158	240	49	69	—	6
Elemente u. Batterien[4])	.	.	.	621	61	0,5	14	46	1	—	—	—
Kabel u. isolierte Drähte f. d. El.	2 263	162	5,2	3 810	485	3,8	267	41	26	20	77	54
Installationsmaterial u. Teile davon	1 240	333	10,6	3 056	1 173	9,3	855	81	33	54	6	144
Glühlampen	12	12	0,4	1 478	1 805	14,3	880	302	191	3	50	379
Elektrizitätszähler	32	19	0,6	298	348	2,8	246	32	9	6	6	49
Radiomaterial	134	105	3,3	2 128	2 075	16,5	564	1 068	51	30	157	205
Telephonapparate	27	76	2,4	51	78	0,6	25	23	—	—	—	30
Kohle für die Elektrotechnik	5	3	0,1	1 326	284	2,2	103	38	12	4	—	127
Sonstige elektrotechn. Instrumente, Apparate u. Maschinen	4 130	456	14,4	3 118	1 832	14,6	862	348	187	182	73	180
1929	—	*(19 633)*[5])	100	—	*29 354*	*100*	*16 227*	*3 225*	*2 441*	*2 171*	*2 390*	*2 900*
Insgesamt *1932*	—	*3 399*	100	—	*12 437*	*100*	*5 855*	*2 031*	*1 385*	*975*	*792*	*1 399*
1933	—	**3 142**	**100**	—	**12 609**	**100**	**5 222**	**3 624**	**1 155**	**734**	**436**	**1 438**
							Prozentualer Anteil der Länder an der dänischen Elektro-Einfuhr					
1929	—	—	—	—	*100*		*55,3*	*11,1*	*8,3*	*7,4*	*8,1*	*9,8*
1932	—	—	—	—	*100*		*47,1*	*16,3*	*11,1*	*7,9*	*6,4*	*11,2*
1933	—	—	—	—	**100**		**41,4**	**28,7**	**9,2**	**5,8**	**3,4**	**11,5**

[1]) Quelle: Danmarks Vareindforsel og udforsel i aaret 1933, Kopenhagen. Länderangaben für die Ausfuhr wurden nicht mit aufgenommen, weil für den bedeutendsten Ausfuhrartikel „Elemente und Batterien" sowie für Staubsauger keine Angaben vorliegen. — [2]) Vor Abzug der Wiederausfuhr. — [3]) Umrechnungskurs 1933 100 Kr = 62,967 RM. — [4]) Für die Ausfuhr werden Angaben nicht veröffentlicht. — [5]) Die Ausfuhr von 1929 enthält Elemente und Batterien mit 10 312 000 RM, um die die obige Zahl verringert werden müßte, sofern sie mit den Ergebnissen der späteren Jahre verglichen werden soll.

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Rena Licht G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Reklame, insbesondere von Lichtreklame; ElektricitätswerkBammental G. m. b. H., Bammental (Baden) (400 000 RM): Errichtung und Betrieb eines Elektrizitätswerks in Bammental; Elektro-Licht, Gühne & Co. G. m. b. H., Dresden (150 000 RM): Herstellung und Vertrieb elektrischer Glühlampen sowie verwandter Artikel, insbesondere von Spezialglühlampen. —

Abschluß des Heftes: 12. April 1935.

Für die Redaktion (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Redaktion: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 25. April 1935 | Heft 17

Einladung

zur

37. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Hamburg 20.—23. Juni 1935

Donnerstag, den 20. Juni

9^{00} Uhr, **Vorstandssitzung**
Rathaus, Sitzungssaal rechts

10^{30} Uhr, **Vorstandsratsitzung**
Rathaus, Gr. Sitzungssaal

14^{45} Uhr, **Fachberichte**
Technische Staatslehranstalten, Lübecker Tor 24

A 1. Kraftwerke
B 1. Bau von Netzen
C 1. Maschinen
D 1. Messeng

20^{00} Uhr, **Begrüßungsabend**
(gegeben vom Gau Hansa)
Rathaus, Ratsweinkeller

Freitag, den 21. Juni

8^{30} Uhr, **Besichtigungen**

1. Reichssender Hamburg Moorfleth
2. Rhenania-Ossag Mineralölwerke Akt.-Ges., Werk Grasbrook
3. Deutsche Seewarte
4. Schiffbauversuchsanstalt
5. Conz-Elektrizitäts G. m. b. H.
6. C. H. F. Müller A.-G. Röntgen-Werk
7. Valvo G. m. b. H. Radioröhren-Fabrik

(Die Teilnehmer werden rechtzeitig zur Mitgliederversammlung befördert)

10^{30} Uhr, **Mitgliederversammlung**
Musikhalle, Gr. Saal, Karl-Muck-Platz

1. Begrüßung
2. Jahresbericht des Geschäftsführers
3. **Hauptvortrag**
von Oberpostrat Dr. Banneitz „Über Fernsehen" mit Vorführungen und Lichtbildern

14^{45} Uhr, **Fachberichte**
Technische Staatslehranstalten, Lübecker Tor 24

A 2. Betrieb von Netzen
B 2. Schaltanlagen
C 2. Bahnen
D 2. Fernmeldetechnik

20^{00} Uhr, **Gemeinsamer Abend** mit Essen und Tanz
Hotel Atlantik, An der Alster 72/79

Sonnabend, den 22. Juni

8^{30} Uhr, **Besichtigungen**

1. H. E. W. Kraftwerk Neuhof
2. H. E. W. Zähler-Eichwerk
3. Hamburger Hochbahn:
Alsterrundfahrt auf Dieselschiff
(auch für Damen)
4. Hamburger Hochbahn:
Ferngesteuertes Unterwerk Stephan
Blockanlage Stadtpark
5. Technische Staatslehranstalten. Laboratorien und Elektro-Schweißlehrwerkstätten
6. Nordd. Affinerie. Hochöfen für Kupfergewinnung. Elektrolyse
7. Reichsbahnwerkstatt für die elektrische Stadt- und Vorortbahn Ohlsdorf

(Die Teilnehmer können rechtzeitig wieder in den Technischen Staatslehranstalten sein)

9^{45} Uhr, **Fachberichte**
Technische Staatslehranstalten, Lübecker Tor 24

A 3. Schaltvorgänge
B 3. Stromrichter
C 3. Antriebe und Lichttechnik
D 3. Funktechnik

15^{00} Uhr, **Hafenrundfahrt** mit Tee an Bord eines Ozeandampfers

19^{00} Uhr, **Abtrunk** im Uhlenhorster Fährhaus

Sonntag, den 23. Juni

Gelegenheit zur Seefahrt nach Helgoland, zum Flug nach Kopenhagen oder Teilnahme am Beginn der Derby-Woche und bei genügender Beteiligung auch zur mehrtägigen Seefahrt nach England

Sonderveranstaltungen

Donnerstag, den 20. Juni

$10—12^{30}$ Uhr, Stadtrundfahrt

$14—18^{00}$ Uhr, Besuch von Hagenbecks Tierpark
(Veranstaltung für Damen)

Freitag, den 21. Juni

$9—16^{00}$ Uhr, Ausflug nach dem Ostseebad Travemünde (Veranstaltung für Damen)

$14—18^{30}$ Uhr, Fahrt in den Sachsenwald

Sonnabend, den 22. Juni

$10—13^{00}$ Uhr, Ausflug nach Blankenese
(Veranstaltung für Damen)
gegeben vom Gau Hansa

Unsere Mitglieder erhalten noch besondere Einladungen; Anfragen sind zu richten an: VDE Gau Hansa Mitgliederversammlung 1935, Hamburg 36, Jungfernstieg 30, Hamburger Hof, Zimmer 110. Fernsprechanschluß der Geschäftstelle: 34 38 74. Postscheckkonto: Hamburg 30164 Verband Deutscher Elektrotechniker Gau Hansa. Mitgliederversammlung 1935

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Vorsitzende:
Ohnesorge
Staatssekretär

Der Geschäftsführer:
Blendermann

Digitized by Google

Nachweis der Ursache von Gewitterstörungen auf den 100 kV-Leitungen der Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen A.G. und Mittel zu ihrer Verminderung.

Von Dipl.-Ing. Werner Zwanziger, Bochum.

Übersicht. Es wird nachgewiesen, daß ein erheblicher Teil von Gewitterstörungen an einer 100 kV-Leitung auf rückwärtige Überschläge zurückzuführen ist. Durch Herabsetzung der Masterdungswiderstände auf einen Wert, der sich aus der Stoßüberschlagspannung der Isolatorenketten errechnen läßt, wird die Betriebsicherheit der Leitungen wesentlich erhöht.

Nachdem durch die Arbeiten der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen die bei Blitzeinschlägen auftretenden Stromstärken festgestellt werden konnten[1]), ist man der Frage des Schutzes der Hochspannungsfreileitungen wesentlich näher gekommen. Nach der von Max. Toepler vorgeschlagenen Methode sind aus dem remanenten Magnetismus von Stahlstäbchen, die dem magnetischen Feld des Blitzstromes ausgesetzt werden, für die Mehrzahl der Fälle Stromstärken zwischen 10 000 und 30 000 bis herauf zu 60 000 A ermittelt worden[1]). Derartig hohe Ströme führen bei ungenügenden Erdungswiderständen bei Einschlag in die Leitungsmasten zu Spannungsabfällen, durch welche rückwärtige Überschläge von den Masten zur Leitung hervorgerufen werden, wenn die Mastkopfspannung beim Blitzeinschlag über der Stoßüberschlagspannung der Isolatorenketten liegt.

Nachstehende Untersuchungen an einer 100 kV-Leitung nach Zahl, Ort und Auswirkung der über einen längeren Zeitraum aufgetretenen Gewitterstörungen lassen das Wesen der Störungen und die Zusammenhänge zwischen Blitzstrom und Erdungswiderständen erkennen und geben ein Mittel zur Verminderung der Störungen an die Hand.

Der obere Teil der Abb. 1 zeigt das Streckenprofil des untersuchten 100 kV-Leitungsabschnittes mit den eisernen Leitungsmasten und der eingetragenen Zahl der Gewitterstörungen. Die Leitung ist ausgerüstet mit 7 Isolatoren der Type K 3 und einem Blitzseil. Es ist zu erkennen, daß sich Blitzeinschläge an bestimmten Masten häufig wiederholt haben. Insbesondere an den Masten Nr. 32, 64 und 69. Andere Masten sind weniger, wiederum andere gar nicht störungsanfällig.

Vergleicht man dazu den unteren Teil der Abbildung, der die Widerstandswerte der Erder an den Masten darstellt, und zwar einmal bei aufgelegtem, das andere Mal mit abgehobenem Erdseil gemessen, so erkennt man, daß Störungen vornehmlich an Masten mit hohen Erdungswiderständen aufgetreten sind, dabei wurden in fast allen Fällen die Isolatorenketten ein- oder mehrphasig überschlagen und auch Isolatoren an Nachbarmasten oder auch schwache Netzpunkte durch die ausgelösten Wanderwellen in Mitleidenschaft gezogen.

Nimmt man als Maß starker Blitzeinschläge Stromstärken mit Scheitelwerten von 30 bis 50 kA an, so muß mit „Rückwärtigen Überschlägen" gerechnet werden, wenn die Mastkopfspannung bei Blitzeinschlag höher war als die Stoßüberschlagspannung der Isolatorenkette, in vorliegendem Falle höher als etwa 800 kV — sofern nicht durch gewisse Umstände die Stoßüberschlagspannung unter diesem Wert gelegen hat. Derartige Umstände können durch Verschmutzung von Isolatorenketten hauptsächlich in Industriegegenden eintreten. Hierbei ist die Überschlagsicherheit gegenüber sauberen Ketten wesentlich herabgesetzt, zumal dann, wenn Feuchtigkeit und insbesondere Nebel hinzutritt. Auch kann die Überschlagsicherheit bei Stoß dadurch heruntergesetzt sein, daß bei einzelnen Gliedern infolge vorheriger Beschädigung, etwa Haarrissen, Gewitterdurchschläge auftreten.

Die Höhe der Mastkopfspannung ergibt sich als Produkt von Blitzstromstärke und Erdungswiderstand. Aus den oben angegebenen Grenzen der Stromstärkewerte und der genannten Stoßüberschlagspannungen der Ketten von etwa 800 kV folgt, daß Überschläge bei Widerstandswerten der Masterdungen über etwa 26 bis 16 Ω zu erwarten

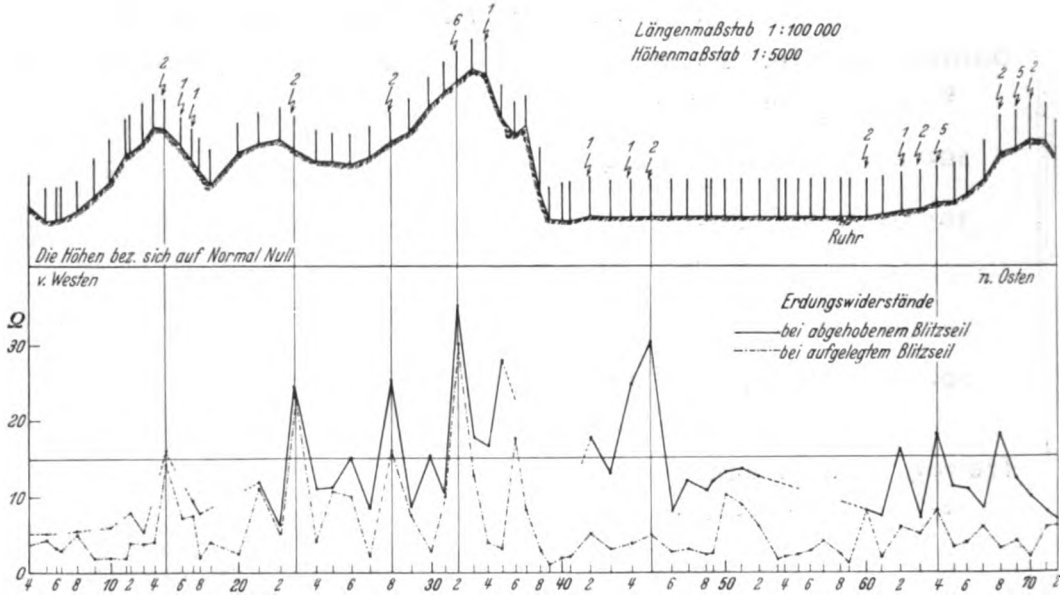


Abb. 1. Gewitterstörungen an einer 100 kV-Leitung.

sind. Solche Fälle liegen zweifellos an den Masten 23, 28, 32, 44, 45 usw. vor. Dabei ist für den Widerstandswert der Masterdungen der Widerstand bei abgehobenem Blitzseil maßgebend, weil das Blitzseil infolge des Wellenwiderstandes im ersten Augenblick des Einschlags in die Masten die Masterde nur wenig entlastet. Das Blitzseil hilft also nicht ohne weiteres über einzelne schlechte Masterdungen ausgleichend hinweg. Das wird durch Einschläge an den Masten 44 und 45 deutlich, deren Widerstandswerte bei aufgelegten Erdseilen als niedrig, bei abgehobenen aber als hoch bezeichnet werden können.

Somit läßt sich ein wesentlicher Teil dieser Störungen auf Grund zu hoher Erdungswiderstände auf rückwärtige Überschläge zurückführen. Das ist insbesondere der Fall bei direkten Mast- oder Erdseileinschlägen am Mast. Einschläge in das Erdseil zwischen den Masten sind zweifellos zahlreich erfolgt. Hierbei wird jedoch mit einiger Wahrscheinlichkeit der Strom durch Abfließen nach beiden Seiten verkleinert und zumeist unschädlich gemacht sein. War der Blitzstrom genügend groß, könnten dabei allerdings auch an Nachbarmasten noch Störungen ausgelöst worden sein.

Praktisch vollkommene Sicherheit gegen rückwärtige Überschläge läßt sich nach Maßgabe der Stoßüberschlagspannung der auf dieser Leitung verwendeten Isolatoren erreichen, wenn der obere Grenzwert der Mastwiderstände mit 15 Ω (entsprechend 53 kA Höchststrom) nicht überschritten wird. In vorliegendem Falle stellt die ausgezogene Linie (15 Ω) die Grenze der Masterdungswerte dar. Falls diejenigen Masterder mit höherem Widerstandswert soweit herabgesetzt werden, ist mit einem erheblichen Rückgang der Gewitterstörungen zu rechnen.

[1]) H. Grünewald, ETZ 55 (1934) S. 505. Siehe auch folgenden Aufsatz S. 475.

Digitized by Google

In Störungsfällen, wo die Mastkopfspannung die Stoßüberschlagspannung der Isolatoren jedoch nicht erreicht hat, liegen ein- oder mehrphasige Phasenseileinschläge als Ursache von Überschlägen und Schalterauslösungen vor. Trotz der schützenden Wirkung des Erdseils schlägt hierbei der Blitz bisweilen bis auf die Phasen durch, wobei wiederum durch steile Wanderwellenstirnen weitere Störungen ausgelöst werden können. Derartige Phasenseileinschläge liegen an den Masten 17, 60 und 63 vor, falls nicht an diesen Stellen mit Rückwirkungen von anderen Einschlägen her gerechnet werden muß. Häufig waren Phasenseileinschläge, ohne daß es zu Überschlägen gekommen ist.

Von besonderem Interesse ist z. B. der Mast 69, an dem sich Störungen häufig wiederholt haben. Rückwärtige Überschläge liegen bei dem niedrigen Masterdungswiderstand nicht vor. Auch ist mit einer geringeren Stoßüberschlagspannung der häufig ausgewechselten Isolatoren nicht zu rechnen, es muß sich hier um eine vom Blitz bevorzugte Stelle handeln, sei es, daß Wasseradern oder leitfähige Luftschichten die Ursache der häufigen Einschläge sind. Von Einfluß hat sich hierbei die Gewitterrichtung erwiesen. Hier würde verstärkte Isolation angebracht sein.

Die Erdungswerte sind bei mittlerer Feuchtigkeit gemessen, können also in trockener Jahreszeit noch weiter anwachsen.

Neben den Störungen durch Gewitter gehören die durch Nebel zu den am häufigsten vorkommenden. Bemerkenswert ist, daß sich diese Störungen bevorzugt an den Masten auszuwirken scheinen, die zu Gewitterstörungen neigen, was den Anschein erwecken muß, daß an solchen Stellen die Isolatoren durch Gewittereinflüsse bereits vorbelastet sind.

Neuere Ergebnisse der Blitzstromstärkenmessungen an Hochspannungsleitungen.

(Mitteilung aus den Arbeiten der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen.)

Von Dipl.-Ing. H. Zaduk, Berlin.

Übersicht. Die Fortsetzung der Messungen von Blitzstromstärken an Freileitungsmasten und Erdseilen von Hochspannungsleitungen hat die Ergebnisse des ersten Jahres in allen wesentlichen Punkten bestätigt. Für die Häufigkeitsverteilung der Blitzstromstärken und Maststromstärken liegen sichere zahlenmäßige Unterlagen vor. Als höchste Blitzstromstärke ist bisher 100 kA Scheitelwert festgestellt worden. Maststromstärken bis zu 40 kA kommen häufig vor. Als höchster Wert sind 60 kA gemessen worden. Erdseile bieten zusammen mit niedrigen Masterdungswiderständen Schutz auch gegen schwerste Blitzschläge. Bei Leitungen ohne Erdseil werden die Leitungseile häufig von Blitzen getroffen. Die Gewittergefährdung einer Leitung läßt sich nur nach der Gesamtzahl der Einschläge beurteilen und nicht allein nach den festgestellten Störungen. Die Messungen werden fortgeführt.

Die im Jahre 1933 von der Studiengesellschaft begonnenen Messungen von Blitzstromstärken an Freileitungsmasten und Erdseilen von Hochspannungsleitungen wurden 1934 in erweitertem Umfange fortgesetzt. Gegenüber 10 000 Stahlstäbchen im Jahre 1933 waren 1934 rd. 24 000 Stahlstäbchen für Messungen eingebaut worden. Dementsprechend sind auch die Ergebnisse bedeutend umfangreicher und vielseitiger geworden. Über das Meßverfahren, den Einbau der Stäbchen, ihre Auswertung und die Ergebnisse der 1933 durchgeführten Messungen ist bereits eingehend berichtet worden[1]). Im voraus sei betont, daß die schon recht aufschlußreichen Ergebnisse des ersten Jahres durch die weiteren Messungen in allen wesentlichen Punkten bestätigt und auf eine sicherere Grundlage gestellt worden sind. Zunächst sollen einige statistische Zusammenstellungen gegeben werden, teilweise unter Zusammenfassung der Meßergebnisse beider Jahre.

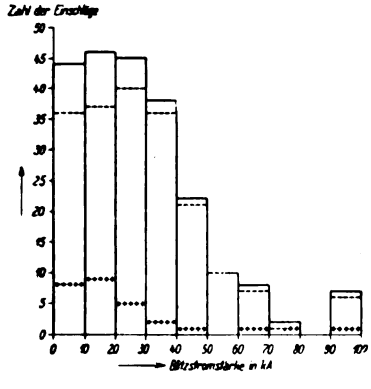


Abb. 1. Vermutliche Stromstärken im Blitzkanal. (Häufigkeitsverteilung bei den Messungen 1933 und 1934.)

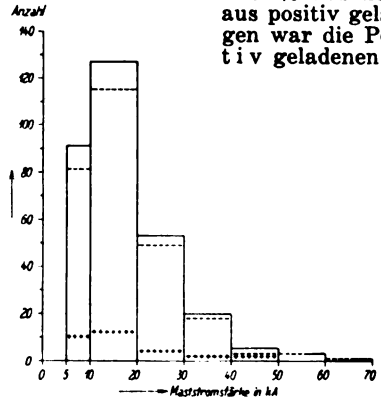


Abb. 2. Stromstärken in Eisenmasten bei Blitzeinschlägen. (Häufigkeitsverteilung bei den Messungen 1933 und 1934.)

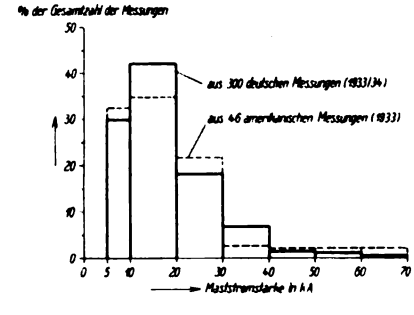


Abb. 3. Häufigkeitsverteilung von Stromstärken in Eisenmasten bei Blitzeinschlägen.

Allgemeines.

1933 wurden insgesamt 250 magnetische Stahlstäbchen ausgewertet, die aus 43 Fällen stammten; 1934 waren es rd. 1400 aus 134 Fällen. Als ein „Fall" ist wieder jeder in sich geschlossene Einschlagherd auf einer Leitung bezeichnet worden, der ein oder mehrere Spannfelder umfassen kann. Von 134 Fällen stammen 79 = 60 % aus 100 kV-Leitungen mit Erdseil, 20 = rd. 15 % aus 20 kV- bis 60 kV-Leitungen ohne Erdseil. Nur 10 % aller Fälle betreffen Leitungen mit und ohne Erdseil unter 50 kV Betriebspannung. Von den 134 Fällen mit 181 Blitzschlägen führten nur 29, d. h. rd. ¼, zu Störungen. Die Zahl der Einschläge überwiegt also bei weitem die Zahl der Störungen.

Polarität der abgeleiteten Wolkenladungen.

Von 224 insgesamt erfaßten Blitzschlägen kamen 193 = 86 % aus negativ geladenen Wolkenteilen, 28 = 12,5 % aus positiv geladenen Wolkenteilen. Nur bei 3 Blitzschlägen war die Polarität unsicher. Blitzschläge aus negativ geladenen Wolkenteilen überwiegen also bei weitem.

Vermutliche Stromstärken im Blitzkanal.

Bei Einschlägen in Masten von Leitungen ohne Erdseil ist der vermutliche Strom im Blitzkanal gleich dem angezeigten Maststrom gesetzt worden. Bei Leitungen mit Erdseil ist bei einem Einschlag in das Erdseil die Summe der über das Erdseil abfließenden Teilströme und bei Masteinschlägen die Summe aus dem Maststrom und den beiden Erdseilströmen genommen worden. Abb. 1 gibt die Häufigkeitsverteilung der Blitzströme getrennt nach positiven und negativen Blitzschlägen, wie sie sich aus den Meßergebnissen von 1933 und 1934 ergeben hat. Die Stromstärkenwerte sind in Gruppen, um je 10 kA steigend, zusammengefaßt. Es zeigt sich wiederum das starke Überwiegen der Blitzschläge aus negativ geladenen Wolken-

[1]) H. Grünewald, ETZ 55 (1934) S. 505 u. 536.

Digitized by Google

teilen. In dem Bereich von 0 bis 40 kA Scheitelwert liegen rd. 77,5 % aller Einschläge. Sie verteilen sich fast gleichmäßig über die Gruppen 0 bis 10, 10 bis 20, 20 bis 30 und 30 bis 40 kA. Stromstärken über 50 kA kommen recht selten vor. Als Höchstwerte wurden 1933 60 kA, 1934 in mehreren Fällen rd. 100 kA festgestellt. Es läßt sich demnach noch nicht entscheiden, ob noch höhere Werte als 100 kA vorkommen können. Auf jeden Fall sind die sehr hohen Werte verhältnismäßig selten. Bemerkenswert ist, daß auch ein positiver Blitzschlag von fast 100 kA Stromstärke festgestellt wurde. Im allgemeinen kamen jedoch positive Blitzschläge über 30 kA nur selten vor.

Stromstärke in Masten.

Abb. 2 gibt die Häufigkeitsverteilung der Mastströme, wie sie sich aus 300 Messungen beider Jahre ergeben hat. Stromstärken unter 5 kA sind unberücksichtigt geblieben, da die große Zahl solch kleiner Teilströme ein falsches Bild geben würde und ohnedies Ströme unter 4 kA durch die Messungen nicht erfaßt werden. Am häufigsten kommen Mastströme von 10 bis 20 kA vor, Ströme von 20 bis 30 kA noch ziemlich oft, und auch Ströme von 30 bis 40 kA sind gar nicht so selten. Noch höhere Werte kommen nur vereinzelt bei sehr schweren Blitzschlägen vor. Als Höchstwerte wurden 1933 zweimal 45 kA, 1934 51 kA und 59 kA sicher gemessen. Vermutlich sind noch höhere Werte, nämlich 60 und 70 kA, vorgekommen. Ob noch höhere Werte vorkommen können, kann erst die Fortsetzung der Messungen über einige Jahre zeigen, auf jeden Fall hat sich bestätigt, daß die sehr hohen Werte verhältnismäßig selten vorkommen. Abb. 3 zeigt einen interessanten Vergleich der deutschen Messungen von Maststrom mit ähnlichen neueren amerikanischen Messungen[2]). Trotz der unterschiedlichen Gesamtzahlen der Meßwerte ergibt sich eine recht gute Übereinstimmung der Häufigkeitsverteilung. Die früheren amerikanischen Messungen von mehreren 100 kA Stromstärke in den Masten haben sich also durch die neueren Messungen nicht bestätigt.

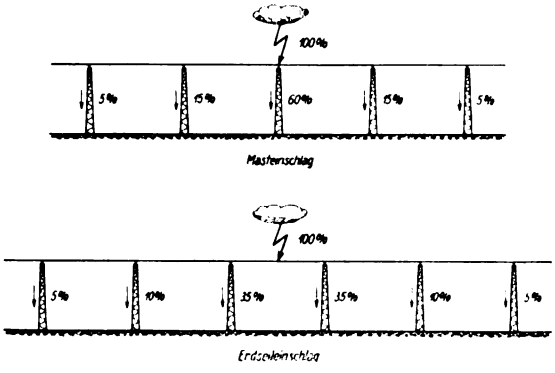


Abb. 4. Durchschnittliche Stromverteilung bei Mast- und Erdseileinschlägen.

Stromstärke in Erdseilen.

1933 konnten wegen der Sättigung der Stäbchen an den Erdseilen nur Stromstärken bis zu 15 kA mit einiger Sicherheit gemessen werden. Als höchste vermutliche Stromstärke im Erdseil wurden 30 kA angenommen. 1934 wurde durch Erhöhung des Abstandes der Erdseilstäbchen auf 20 cm der Meßbereich entsprechend erweitert. Es sind in zahlreichen Fällen Erdseilströme bis zu 30 kA einwandfrei gemessen und damit die im Vorjahre gemachten Annahmen bestätigt worden. Die höchsten im Erdseil aufgetretenen Stromstärken betragen vermutlich 45 und 50 kA.

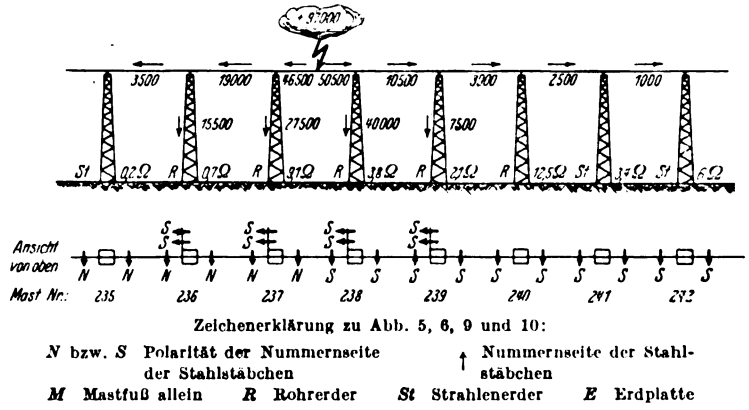
Einige Schlußfolgerungen aus den bisherigen Messungen.

a) Bedeutung der Erdseile. Welche Schutzwirkung gegen Gewitterstörungen dem Erdseil zukommt, läßt sich besonders deutlich aus der Zahlentafel 1 ersehen, in der die Meßergebnisse beider Jahre für Leitungen ohne und mit Erdseil zusammengestellt sind. Bei Leitungen ohne Erdseil werden die Leitungseile häufig von Blitzschlägen getroffen. Da Leitungseileinschläge im allgemeinen immer Überschläge nach sich ziehen, führte auch fast die Hälfte aller Einschläge in Leitungen ohne Erdseil zu Störungen. Bei Leitungen mit Erdseil dagegen wird meistens das Erdseil oder ein Mast, die Leitungseile dagegen nur vereinzelt getroffen. Das Erdseil ist also ein ausgezeichneter Blitzfänger und schützt die Leitung gegen Leitungseileinschläge. Gewitterstörungen sind an diesen Leitungen daher auch viel seltener. Nur rd. ein Fünftel aller Einschläge führt nach den bisherigen Ergebnissen zu Störungen.

Zahlentafel 1.

Zusammenstellung der Meßergebnisse von 1933/1934, unterteilt nach Leitungen mit und ohne Erdseil.

		Fälle		Zahl der Einschläge in		
		Gesamtzahl	Störungen	Mast	Erdseil	Leitungsseil
Leitungen ohne Erdseil . .	1933	8	3	9	—	5
	1934	20	9	12	—	22
Leitungen mit Erdseil . . .	1933	35	9	20	25	4
	1934	114	23	69	72	6



Zeichenerklärung zu Abb. 5, 6, 9 und 10:

N bzw. *S* Polarität der Nummernseite der Stahlstäbchen

↑ Nummernseite der Stahlstäbchen

M Mastfuß allein *R* Rohrerder *St* Strahlenerder *E* Erdplatte

Abb. 5. Stromverteilung in den Masten und im Erdseil bei einem Blitzeinschlag ins Erdseil einer 100 kV-Leitung. (Keine Schäden und Störungen.)

In Abb. 4 ist gezeigt, wie sich der Blitzstrom bei Mast- und Erdseileinschlägen im Mittel über die Masten verteilt. Unabhängig von der Stromstärke im Blitzkanal fließen bei einem Masteinschlag im Mittel rd. 60 % des Blitzstromes im getroffenen Mast und bei einem Erdseileinschlag über die beiden der Einschlagstelle zunächstliegenden Masten im Mittel je 35 %, zusammen also rd. 70 % des Blitzstromes ab, wenn der Einschlag ungefähr in Spannfeldmitte liegt und die Erdungswiderstände der betroffenen Masten ungefähr gleich groß sind. Die Gefahr rückwärtiger Überschläge ist also bei einem Masteinschlag in eine Leitung ohne Erdseil am größten, da hier 100 % des Blitzstromes in dem getroffenen Mast abfließen müssen, gegenüber nur 60 % bei einem Masteinschlag in eine Leitung mit Erdseil. Am günstigsten verhält sich in dieser Hinsicht der Erdseileinschlag, bei dem nur rd. 35 % des Blitzstromes in einem Mast abfließen müssen.

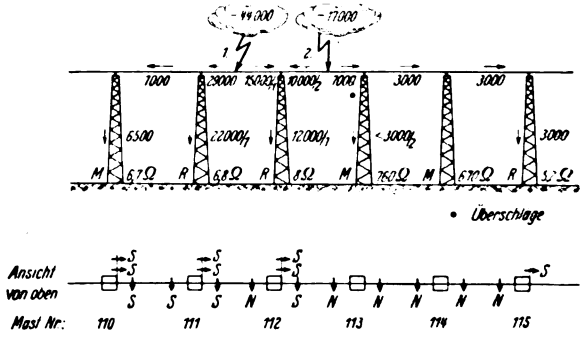


Abb. 6. Stromverteilung in den Masten und im Erdseil bei 2 Blitzeinschlägen ins Erdseil einer 50 kV-Leitung. (Am Mast Nr. 113 rückwärtige Überschläge über 5 Ketten.)

b) Bedeutung der Masterdungswiderstände. Bei Blitzschlägen, die nicht ein Leitungseil, sondern ein Erdseil oder einen Mast treffen, bildet der sogenannte rückwärtige Überschlag die größte Gefahr. Die bisherigen Messungen bestätigen, daß er immer

[2]) Electr. Engng. 53 (1934) S. 1180.

Digitized by Google

dann eintritt, wenn die Stoßspannung aus Blitzstrom und Erdübergangswiderstand des Mastes die Stoßüberschlagspannung der Leitungsisolation überschreitet. Nach Abb. 2 muß nun bei Blitzeinschlägen mit Mastströmen bis zu 40 kA unbedingt gerechnet werden. Bei sehr schweren Blitzschlägen können sogar Mastströme bis zu 60 kA vorkommen. In der Zahlentafel 2 sind die zulässigen Höchstwerte der Erdungswiderstände von Freileitungsmasten für die übliche Leitungsisolation für eine Sicherheit gegen rückwärtige Überschläge bei Mastströmen bis zu 40 und 60 kV zusammengestellt. Als Erdungswiderstand ist der des Mastfußes einschließlich seines Erders, bei abgehobenem Erdseil gemessen, zu verstehen. Als Beweis für den Wert niedriger Masterdungswiderstände zeigt Abb. 5 einen Blitzschlag von rd. 100 kA in das Erdseil einer 100 kV-Leitung, der dank der sehr guten Erdungsverhältnisse gefahrlos abgeleitet und vom Betrieb über-

Zahlentafel 2.
Höchstwerte für Erdungswiderstände von Freileitungsmasten.

Betriebsspannung kV	Isolatoren	Ungefähre Stoßüberschlagspannung kV	Höchster Erdungswiderstand bei Sicherheit bis zu Mastströmen von 40 kA Ω	60 kA Ω
30	2 K3	280	7	5
	3 K3	400	10	7
50	4 K3	500	12	8
	5 K3	600	15	10
60	5 K3	600	15	10
	6 K3	700	18	12
100	7 K3	800	20	13
	8 K3	900	23	15
	9 K3	1000	25	17

wenigstens 100 Ω herabsetzen, was aber nur bei geringen Stromstärken ausreichend ist.

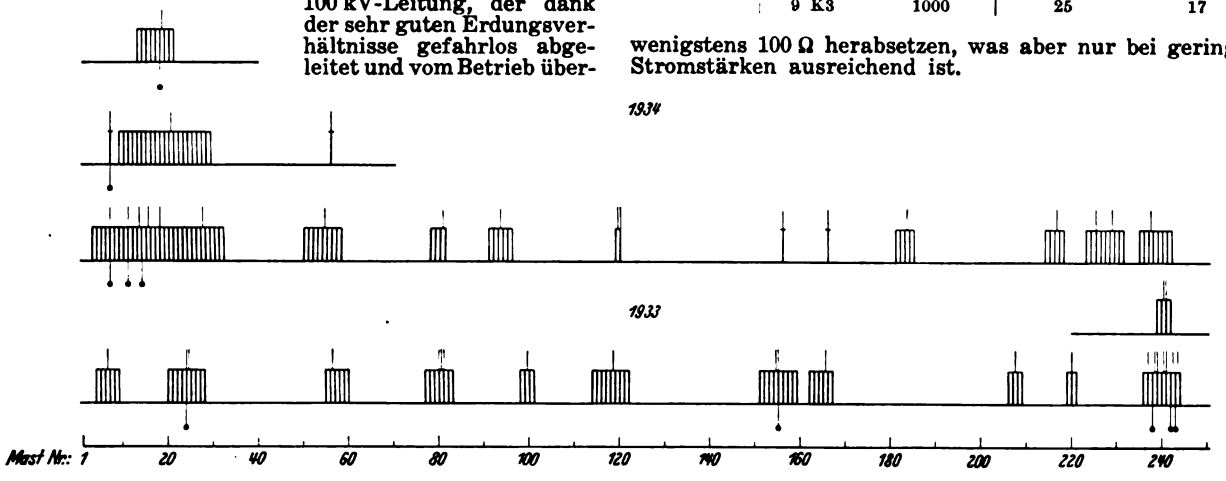


Abb. 7. Verteilung der Blitzeinschlagstellen auf einer 60 km langen 100 kV-Leitung.

haupt nicht bemerkt worden ist. Daß es nicht ausreicht, nur die Erdungen einzelner Masten zu verbessern, zeigt Abb. 6, bei der das Erdseil einer 50 kV-Leitung nacheinander von 2 Blitzschlägen getroffen worden ist. Der erste Blitzschlag von 44 kA hat hier das Erdseil zwischen den Masten 111 und 112 getroffen. Die beiden Masten haben Rohrerder von 7 und 8 Ω und infolgedessen die hohen Ströme ohne Überschläge abgeleitet. Der zweite weit schwächere Blitzschlag von nur 17 kA Stromstärke hat dann das nächste Spannfeld zwischen den Masten 112

d) Gefährdung von Unterwerken im Leitungszug. Über die Gefährdung von Unterwerken bei Blitzeinschlägen in die angeschlossenen Leitungen liegen einige Erfahrungen vor. Soweit man aus den bisherigen Ergebnissen aus Anlagen für 50 bis 100 kV Betriebspannung Schlüsse ziehen kann, verursachen Mast- oder Erdseileinschläge, die nicht zu Überschlägen auf der Leitung selbst führen, keine Schäden in den Umspannwerken, selbst wenn

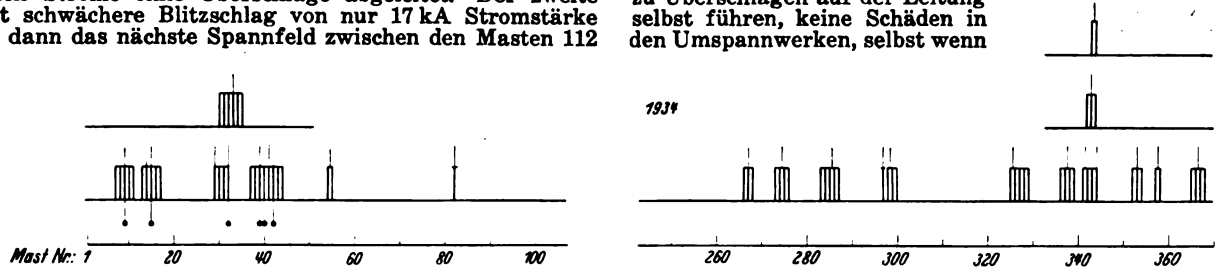


Abb. 8. Verteilung der Blitzeinschlagstellen auf 2 Leitungstrecken einer 100 kV-Leitung (Stahlstäbchen an den Masten 1 bis 97 und 144 bis 371).

und 113 getroffen. Der Mast 113 hat den sehr hohen Erdungswiderstand von 760 Ω, so daß schon ein sehr geringer Strom zu rückwärtigen Überschlägen führen muß. Es sind daher auch an diesem Mast in 5 Phasen Überschläge vorgekommen, die zu schweren Schäden geführt haben. Trotzdem der Nachbarmast 112 wegen seines niedrigen Erdungswiderstandes den größten Teil des Blitzstromes ohne jeglichen Schaden abgeführt hat, ist doch noch dem Mast 113 ein solcher Strom aufgezwungen worden, daß es zu rückwärtigen Überschlägen kam. Es muß also dafür gesorgt werden, daß die Erdungswiderstände aller Masten niedrig sind.

c) Schutzwert von Bodenseilen. Aus den Messungen von 1933 hatte sich ergeben, daß für Maststromstärken über 30 kA das Bodenseil allein nicht genügt, eine Leitung gegen rückwärtige Überschläge zu schützen, sondern daß die Masterdungswiderstände so niedrig sein müssen, daß sie die Wirkung des Bodenseils genügend unterstützen. Bei einer 100 kV-Leitung hatte sich so ergeben, daß die Masterdungswiderstände, ohne Bodenseil gemessen, nicht mehr als 100 Ω betragen dürfen, wenn eine Schutzwirkung auch bei sehr hohen Mastströmen erzielt werden soll. Die neueren Messungen haben dies bestätigt. Das Bodenseil wird zwar auch bei sehr hohen Masterden den wirksamen Erdungswiderstand auf die Einschläge in ihrer unmittelbaren Nähe liegen. Bei Blitzeinschlägen, die zu Überschlägen auf der Leitung führen, hängt die Gefährdung der Unterwerke davon ab, wie weit sie von der Überschlagstelle entfernt liegen, wie hoch sie im Verhältnis zur Freileitung isoliert sind und in welchem Maße die anlaufenden Überspannungswellen durch parallel liegende Leitungen abgesenkt werden. In einigen Fällen haben Leitungsüberschläge in 1 bis 2 km Entfernung von einem 100 kV-Umspannwerk in diesem selbst keine Überschläge verursacht, obwohl nur 2 oder 3 Leitungen von der Sammelschiene abgingen. Ein endgültiges Urteil läßt sich wegen der wenigen vorliegenden Erfahrungen noch nicht fällen.

Einige besondere Ergebnisse der Messungen.

a) Zur Frage der Gewitternester. Bisher konnte man die Gewittergefährdung einer Leitung nur an Hand der festgestellten Störungen beurteilen. Kam es nun an einigen Stellen im Netz häufiger zu Störungen, so glaubte man, daß diese Stellen bevorzugt von Blitzen getroffen werden. Die Stahlstäbchenmessungen haben nun gezeigt, daß die Leitungen viel öfter von Blitzen getroffen werden, als man nach der Zahl der Störungen annehmen könnte. Die Gewittergefährdung einer Leitung müßte man also nach der Zahl der Einschläge und nicht allein nach der Zahl der Störungen beurteilen. Es kann

Digitized by Google

sich dann z. B. herausstellen, daß die vermeintlichen Gewitternester durchaus nicht häufiger von Blitzeinschlägen getroffen werden als andere Leitungstrecken. Die Störungsursache wird dann andere Gründe haben, z. B. schlechtere Isolation oder schlechtere Erdungsverhältnisse als an anderen Stellen des Netzes. In Abb. 7 ist als Beispiel die Verteilung der Blitzeinschlagstellen auf die 250 Masten einer 60 km langen 100 kV-Leitung für die Jahre 1933 und 1934 dargestellt. Die Masten der von Einschlägen getroffenen Leitungsabschnitte sind jeweils durch einen kleinen senkrechten Strich gekennzeichnet. Die Blitzeinschlagstellen sind durch die senkrechten Striche über den Masten gekennzeichnet. Bei einem Masteinschlag endet der Strich an dem getroffenen Mast, bei einem Erdseileinschlag zwischen den entsprechenden Masten und bei einem Leitungseileinschlag endet er frei über dem Mast. Masten mit Überschlägen sind durch einen nach unten herausgezogenen Punkt bezeichnet. Wie man aus der Abbildung sieht, verteilen sich die Einschläge über die ganze Leitung. Die Störungen liegen in beiden Jahren an ganz verschiedenen Masten und sind im Verhältnis zur Zahl der Einschläge äußerst gering. Bei den Messungen von 1934 zeigte sich eine Häufung der Einschläge in der Gegend der ersten 30 Masten dieser Leitung, was im Jahre vorher aber durchaus nicht festgestellt werden konnte. Erst die Fortsetzung solcher Messungen über mehrere Jahre kann wirklich eindeutige Anhaltspunkte geben, ob sich im Mittel die Einschläge gleichmäßig über die Leitung verteilen. Abb. 8 zeigt die Verteilung der Einschlagstellen auf einer anderen 100 kV-Leitung, die 1934 auf zwei größeren Strecken mit Stahlstäbchen ausgerüstet war. Bei der einen von Mast 1 bis 97 mit Stahlstäbchen ausgerüsteten Leitungstrecke verteilen sich die Blitzschläge über die ersten 50 Masten. Die verhältnismäßig zahlreichen Störungen auf dieser Leitungsstrecke sind auf rückwärtige Überschläge infolge der ziemlich hohen Masterdungswiderstände zurückzuführen. Bei der anderen von Mast 144 bis 371 mit Stahlstäbchen ausgerüsteten Leitungstrecke sind die Masten 144 bis 265 überhaupt nicht von Blitzschlägen getroffen worden, über die übrigen Masten verteilen sich die Einschläge ziemlich gleichmäßig. Überschläge sind auf dieser Leitungstrecke nicht vorgekommen. Die Erdungswiderstände der Masten liegen hier im Mittel bedeutend niedriger als die der ersten Leitungstrecke. Auf jeden Fall zeigen die Abb. 7 und 8, daß man kein richtiges Bild über die Gewittergefährdung einer Leitung gewinnt, wenn man einfach aus der Gesamtzahl der Schäden die Störungen je km oder je Mast der Leitung ausrechnet.

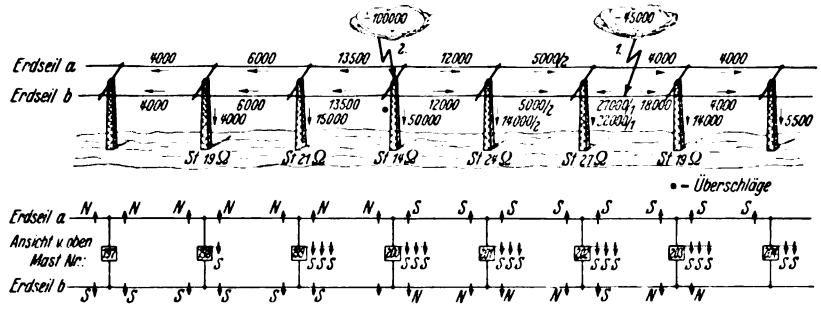


Abb. 9. Stromverteilung in den Masten und in den Erdseilen bei zwei Blitzeinschlägen in Mast Nr. 200 und in das eine Erdseil einer 100 kV-Doppelleitung mit zwei Erdseilen. (Am Mast Nr. 200 rückwärtige Überschläge über zwei Ketten einer Leitung.)

b) Einphasige und mehrphasige Störungen. Nach den bisherigen Ergebnissen sind einphasige Überschläge im allgemeinen auf Leitungseileinschläge zurückzuführen. Bis auf zwei nicht ganz geklärte Fälle betrafen die Leitungseileinschläge sämtlich das oberste Seil der Leitungen. Mehrphasige Überschläge deuten fast immer auf rückwärtige Überschläge hin, die auch die häufigste Ursache von Störungen waren. Bei den Meßergebnissen von 1933 und 1934 kamen bei Leitungen mit Erdseil 8 Erdschlüsse und 21 Kurzschlüsse vor.

c) Blitzentladungen verschiedener Polarität. In einer Reihe von Fällen kann aus den entgegengesetzten Polaritäten und den verschiedenen Remanenzwerten der beiden an den Masten in verschiedenem Abstand eingebauten Stahlstäbchen geschlossen werden, daß zwei Blitzentladungen verschiedener Polarität nacheinander dieselbe Einschlagstelle getroffen haben müssen. Erfaßt werden dabei die Fälle, in denen nach einer starken Blitzentladung der einen Polarität eine schwächere der entgegengesetzten einen Mast trifft. Der andere Fall, daß nämlich auf eine schwache Blitzentladung der einen Polarität eine stärkere der entgegengesetzten folgt, ist sicher auch möglich, aber durch die Stahlstäbchenmessungen nicht erfaßbar. Die Reihenfolge der Blitzentladungen verschiedener Polarität war in den festgestellten Fällen nicht einheitlich; einige Male folgte eine positive Entladung auf eine negative, in anderen Fällen war es umgekehrt. Über den zeitlichen Abstand, in dem diese Blitzschläge verschiedener Polarität aufeinander gefolgt sind, läßt sich an Hand der Stahlstäbchenmessungen nichts aussagen. Es ist möglich, daß es sich in diesen Fällen um unmittelbar aufeinanderfolgende Blitzschläge aus einer Gewitterwolke, aber um die Entladung verschieden geladener Wolkenteile handelt, oder um zeitlich völlig auseinanderliegende getrennte Einschläge, die nur zufällig die gleiche Einschlagstelle getroffen haben. So ist z. B. in einem Falle, wo solche aufeinanderfolgenden Blitzschläge verschiedener Polarität durch die Stahlstäbchenmessungen nachgewiesen wurden, zufällig die Zahl der Blitzeinschläge in die Leitung durch Augenschein beobachtet worden. Diese Zahl stimmte auch mit den Angaben des Zählwerkes eines an die Leitung angeschlossenen Überspannungsableiters genau überein. Die gleiche Zahl von Blitzschlägen ergibt sich nach den Stahlstäbchenmessungen nur dann, wenn man annimmt, daß die beiden Blitzentladungen verschiedener Polarität von getrennten Einschlägen herrühren. Man könnte ferner diese Fälle auch als eine Stütze für die hin und wieder vertretene Ansicht heranziehen, daß gelegentlich auch eine schwingende Blitzentladung vorkommen kann. Die beiden Polaritäten müßten dann durch zwei Halbwellen einer solchen stark gedämpften Schwingung hervorgerufen worden sein. Welche dieser Erklärungsmöglichkeiten zutrifft, läßt sich allein nach den Stahlstäbchenmessungen nicht entscheiden.

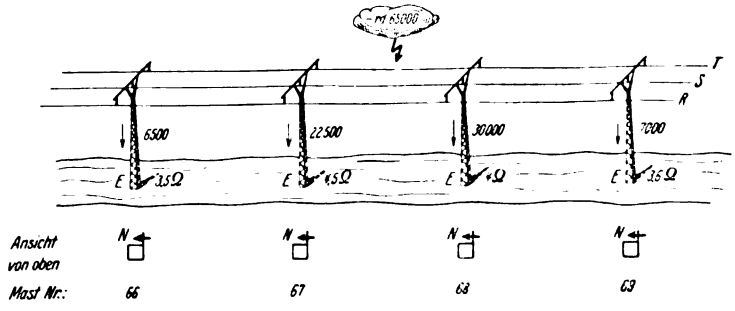


Abb. 10. Stromverteilung in den Masten bei einem Blitzeinschlag in eine 50 kV-Leitung ohne Erdseil. (Keine Schäden festgestellt.)

Besprechung einiger besonders interessanter Fälle.

Aus der Vielzahl der Fälle werden im folgenden einige besprochen, die in mehrfacher Hinsicht interessant sind. Abb. 9 zeigt die Wirkung eines Blitzschlags von rd. 100 kA in den Mast einer mit zwei Erdseilen ausgerüsteten 100 kV-Doppelleitung. An dem getroffenen Mast sind über 50 kA abgeflossen. Die eine Leitung ist mit 6 Gliedern K 3, die andere mit 7 Gliedern K 3 isoliert. Die Stoßspannung aus Blitzstrom und Erdübergangswiderstand des getroffenen Mastes 200 liegt gerade zwischen den Stoßüberschlagspannungen beider Leitungsisolationen. Es ist daher auch nur die schwächer isolierte Leitung rückwärtig übergeschlagen, die andere hat gehalten. Der weitere Blitzschlag von rd. 45 kA in das eine Erdseil zwischen Mast 202 und 203 ist ohne jegliche Auswirkung für den Betrieb geblieben. Dieser Einschlag liegt zeitlich vor dem Masteinschlag, was sich aus den Polaritäten und angezeigten Stromstärken der Erdseilstäbchen eindeutig ergibt.

Abb. 10 zeigt einen Einschlag in eine 50 kV-Einfachleitung ohne Erdseil. Da an sämtlichen Masten die Stahlstäbchen magnetisch waren und Überschlagspuren nicht gefunden wurden, könnte man zunächst annehmen, daß alle 4 Masten von einzelnen Blitzschlägen getroffen worden sind, die wegen der niedrigen Erdungswiderstände der

Digitized by Google

Masten keine rückwärtigen Überschläge verursachen konnten. Damit wäre eine einwandfreie Klärung dieses Falles gegeben. Nun ist aber auffällig, daß sich die in den 4 aufeinanderfolgenden Masten gemessenen Ströme so symmetrisch verteilen. Die starken Ströme in den Masten 67 und 68 sind ungefähr gleich groß und ebenso die kleineren Ströme in den Masten 66 und 69 fast gleich. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß vier verschiedene Blitzschläge in so gleichmäßiger Abstufung gerade vier aufeinanderfolgende Masten einer Leitung treffen sollen. Bei einer Leitung mit Erdseil wiesen bei einer solchen Stromverteilung die Stahlstäbchen am Erdseil einen einzigen Erdseileinschlag nach, wie auch ein Vergleich mit den Abb. 4 und 5 zeigt. Man könnte also eher annehmen, daß die in den einzelnen Masten gemessenen Ströme von einem einzigen Blitzschlag herrühren, der etwa ein Phasenseil zwischen den Masten 67 und 68 getroffen und zu Überschlägen an den Masten 66 bis 69 geführt hat. Wenn das zutrifft, ergibt sich die Frage, warum dann keine Überschlagspuren gefunden worden sind. Nun hinterlassen reine Stoßüberschläge im allgemeinen keine sichtbaren Spuren. Erkennbare Beschädigungen der Isolatoren werden meist nur durch den Lichtbogen des nachfolgenden Betriebstromes verursacht. Wenn also das getroffene Phasenseil zur Zeit des Einschlages keine Spannung gegen Erde hatte, brauchen durch die Überschläge keine Schäden entstanden zu sein. Hierfür bestehen zwei Erklärungsmöglichkeiten. Die Leitung hat bei diesem Gewitter durch Überschläge an anderen Masten insgesamt viermal ausgelöst, war also mehrmals einige Zeit spannungslos. Wenn der Blitzschlag zu einer Zeit erfolgt ist, als die Leitung gerade spannungslos war, kann den Stoßüberschlägen kein Betriebsstrom nachgeflossen sein, der Schäden hätte verursachen können. Die andere Möglichkeit ergibt sich daraus, daß am Mast 98 infolge eines Kurzschlußlichtbogens die Leitung T gerissen war und an Erde lag. Wenn der Blitz nun gerade dieses an Erde liegende Leitungseil getroffen hat, kann ebenfalls den Stoßüberschlägen kein Betriebsstrom nachgeflossen sein. Da solch ein geerdetes Leitungseil für den Blitz wie ein Erdseil wirken muß, ist es leicht möglich, daß wirklich dieses Leitungseil getroffen worden ist. Diese letztere Erklärungsmöglichkeit ist als die wahrscheinlichere angenommen.

Aus der großen Zahl der vorhandenen Fälle konnten im Rahmen dieser Arbeit nur einige wenige besonders interessante zur Besprechung herausgegriffen werden. Die zahlreichen übrigen Fälle bieten noch eine Fülle weiterer interessanter Einzelheiten über die Gewittereinwirkung auf Hochspannungsleitungen, auf die hier leider nicht näher eingegangen werden kann. Die Stahlstäbchenmessungen haben sich auch als ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Aufklärung von Gewitterstörungen erwiesen. Durch den Einbau der Stahlstäbchen an Masten und Erdseilen von Freileitungen werden die Blitzeinschlagstellen, die Zahl der Einschläge, ihre Stromstärke und die Stromverteilung einwandfrei erfaßt und damit die Grundlagen zur Klärung des Ablaufes der Gewitterstörungen geschaffen. Nur durch die genaue Aufklärung einer jeden Gewitterstörung in all ihren Einzelheiten können schließlich aus der Erkenntnis der Ursachen die Mittel und Wege gefunden werden, wie künftig solchen Störungen begegnet werden kann. Das ist schließlich auch der mittelbare Zweck der Stahlstäbchenmessungen, nämlich stichhaltige Unterlagen zu schaffen, um durch geeignete Maßnahmen Betriebsstörungen durch Gewitter auf ein Mindestmaß beschränken zu können.

Ein einfaches Gerät zur Untersuchung von Meßwandlern.

(Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Laboratorium der T. H. Delft.)

Von **H. W. L. Bruckman** und **W. J. Reichert**, Delft.

Übersicht. Ein Verfahren und ein Gerät zur Untersuchung von Meßwandlern werden beschrieben; das Übersetzungsverhältnis und der Fehlwinkel werden mit Thermo-Umformern und Gleichstromgalvanometer bestimmt.

Die Untersuchung von Wandlern hat ihre eigentümlichen Schwierigkeiten, die vornehmlich daher rühren, daß von den zur Verfügung stehenden Meßhilfsmitteln für Wechselstrom eigentlich die gutberechneten und gutkonstruierten Wandler zu den besten Geräten gehören, die am wenigsten mit Fehlern behaftet sind. Daß man Stromfehler in Promille, Winkelfehler in Minuten berücksichtigen kann, ist bei einer anderen Gerätegattung kaum der Fall. Wir glauben daher auch auf allgemeine Zustimmung rechnen zu dürfen, wenn wir betonen, daß ein einfaches Gerät zur Untersuchung der Wandler trotz der bereits bekannten sinnreichen Verfahren ein noch offenes Bedürfnis befriedigt. Von bekannten Verfahren erinnern wir nur an das von Schering und Alberti[1]), das in Deutschland, und von Silsbee[2]), das in Amerika viel verwendet wird. Das erstere ist genau und einwandfrei, erfordert aber eine ziemlich umfangreiche Apparatur; für das amerikanische Verfahren braucht man immer einen Normalwandler mit bekannten Fehlern, und daher ist das Verfahren nicht unabhängig, weil der Normalwandler doch auch geeicht werden muß.

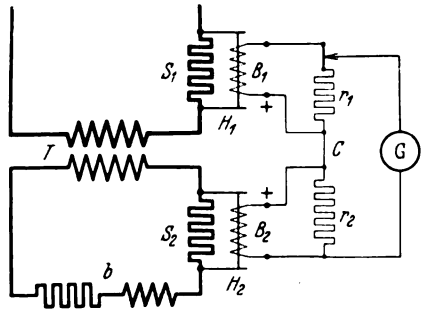


Abb. 1. Schaltung für die Bestimmung von I_1/I_2 durch Thermoumformer B_1 und B_2.

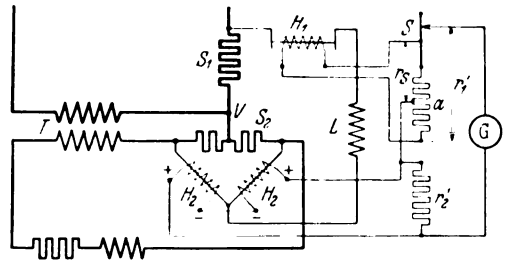


Abb. 2. Schaltung für die Bestimmung von δ mittels Thermoumformern H_1 und H_2 (Differentialschaltung).

Wir haben uns deshalb bemüht, ein Gerät herzustellen, an dem man nach Drehen einiger Kurbeln sofort ohne jegliche Berechnung an einem einfachen Nullinstrument den Übersetzungs- und Winkelfehler ablesen kann.

Messung des Übersetzungsfehlers.

Um den Fehler in der Übersetzung zu bestimmen, hat man im Thermo-Umformer ein sehr empfindliches Hilfsmittel. Die vom Primär- bzw. Sekundärstrom erregte Gleichspannung der Thermoelemente ist den Quadraten dieser Ströme proportional. Die Abweichung der Thermospannung, die vom Sekundärstrom abhängig ist, von der vom Primärstrom abhängigen Spannung ist also ein Maß für den Übersetzungsfehler, und zwar entspricht jedes Promille Unterschied der Spannnungen einem halben Promille Fehler in der Übersetzung.

Schaltet man also primär und sekundär Thermo-Umformer ein, und zwar mit Nebenschlüssen, deren Widerstände dem Übersetzungsverhältnis angepaßt sind, so gibt das Verhältnis der Gleichspannungen sofort das Quadrat der Abweichung vom Nenn-Übersetzungsverhältnis, und dieses Verhältnis kann man einfach messen, indem man die zwei Gleichspannungen mittels eines Gleichstrom-

[1]) Arch. Elektrotechn. 2 (1914) S. 263.
[2]) Sci. Pap. Bur. Stand. Nr. 309.

Digitized by Google

galvanometers und eines Widerstandes gegeneinander kompensiert (Abb. 1). Nimmt man z. B. $r_2 = 100\,\Omega$, so ist jedes Zehntel Ohm Abweichung in r_1 gleich zwei Promille Abweichung im Übersetzungsverhältnis. In Abb. 1 ist T der zu untersuchende Wandler. S_1 und S_2 sind die Nebenschlüsse, die an das Übersetzungsverhältnis angepaßt sind, H_1 und H_2 sind die Heizdrähte, die die Thermobatterien B_1 und B_2 erwärmen, welche mittels der einfachen Kompensationswiderstände r_1 und r_2 und des Galvanometers G miteinander verglichen werden.

Messung des Fehlwinkels.

Nicht weniger einfach wird die Messung des Fehlwinkels, wenn man einmal das thermische Umformerprinzip zur Messung herangezogen hat. Man muß hier aber entweder primär oder sekundär das Thermowattmeter-Prinzip[3]) anwenden. Bringt man nämlich eine Verbindung V zwischen primärem und sekundärem Stromkreis an (Abbildung 2) und nimmt weiter primär oder sekundär statt eines Thermo-Umformers deren zwei, die man wie im Wattmeter in Differentialschaltung benutzt, so wird von diesen eine Gleichspannung hervorgerufen, die $I_1 I_2 \cos(I_1 I_2)$ proportional ist. Wird nun z. B. diese Anordnung im Sekundärkreis getroffen und bleibt der Umformer auch im Primärkreis wie in Abb. 1, so ist primär eine Gleichspannung proportional I_1^2 zur Verfügung und sekundär eine proportional $I_1 I_2 \cos\delta$. Weil die Nebenschlüsse mit dem Übersetzungsverhältnis in Einklang stehen und also I_1 von I_2 nur um wenige Promille abweicht (entsprechend dem Übersetzungsfehler, den man schon kennt und also auch zur Korrektur benutzen kann), so gilt jetzt für die Gleichspannungen:

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{I_1 I_2 \cos\delta}{I_1^2} \approx \cos\delta = \frac{r_2'}{r_1'}.$$

Die Kompensation der Gleichspannungen gibt also sofort den Fehlwinkel.

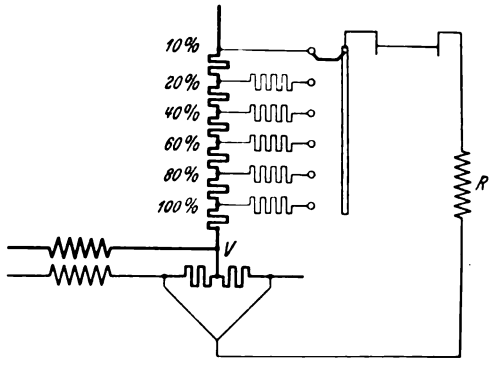


Abb. 3. Schaltung mit veränderlichem Nebenschluß und konstant belastetem Thermoumformer im Primärkreis.

Das letzte Verfahren versagt, wenn der Fehlwinkel so klein ist, daß $I_1 I_2 \cos\delta$ praktisch gleich I_2^2 ist, also der Unterschied viel zu klein ist, um einen genügenden Unterschied der Kompensatorwiderstände r_2' und r_1' zu bekommen. Indessen spricht nichts dagegen, schon von vornherein dem in den V-Kreis fließenden Teil von I_1 eine so große Phasenverschiebung zu geben, daß schon ein Unterschied von z. B. 1 min eine wahrnehmbare Abweichung des r_2' von r_1' hervorruft. Man muß dafür nur R (Abb. 3) nicht als ohmschen Widerstand, sondern als Impedanz mit großem Phasenwinkel, also als Kondensator oder als Drossel ausführen. Da z. B. $\cos 0° = 1$ und $\cos 1'$ auch noch bis auf fünf Dezimalen gleich Eins ist, $\cos 75° = 0{,}27564$ und $\cos 75° 1' = 0{,}27536$, so hat man also für 1′ ungefähr gleich viel Unterschied wie für 0,5 ‰ Übersetzungsfehler, d. h. 1 ‰ Widerstandsänderung in r_2. Ist also r_2 wieder 100 Ω, so entspricht jedes Zehntel Ohm einer Minute.

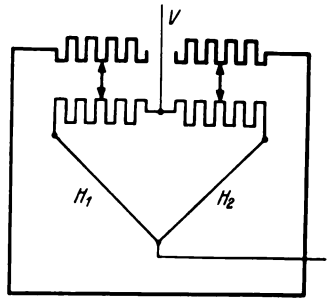


Abb. 4. Schaltung mit veränderlichem Nebenschluß, konstantem Widerstand und konstant belastetem Thermoumformer im Sekundärkreis.

Ausführung des Geräts.

Die Messung ist also an sich einfach ausführbar, man hat nur die Primärstromstärke auf 10, 20, 50 % usw. des Nennstromes einzustellen und jedesmal erst bei der Schaltung nach Abb. 1 r_1 einzustellen, um den Übersetzungsfehler zu messen, dann umzuschalten gemäß Abb. 2, um sofort an r_1' den Fehlwinkel abzulesen. Ist z. B. r_1 derart ausgeführt, daß 98,5 Ω auf eine Spule gewickelt sind und 3 Ω auf einen 60 cm langen Widerstandsdraht entfallen, so entsprechen 2 cm des Drahtes ½ ‰ bzw. 1′ und man kann im Übersetzungsverhältnis Fehler bis ± 7,5 ‰ im Fehlwinkel ± 30′ messen.

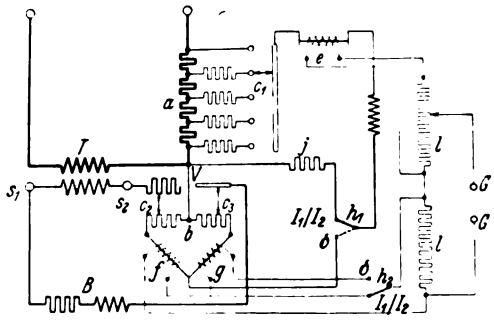


Abb. 5. Vollständige Schaltung des Gerätes zur Untersuchung von Stromwandlern.

Nun hat aber die Drossel R bei den verschiedenen Stromstärken, die sich doch wenigstens von 10 bis 120 % der Vollast ändern, nicht immer die gleiche Impedanz. Man könnte zwar für jede Belastung eine Korrektur anbringen, was aber den Gebrauch des Gerätes unbequemer machen würde. Außerordentlich einfach für den Messenden und sofort fehlerfrei, wenn auch schwieriger für den Hersteller des Gerätes, wird das Verfahren, wenn man die Nebenschlüsse so ausführt, daß bei jeder vorkommenden Belastung die Heizdrähte den gleichen Strom führen. Man

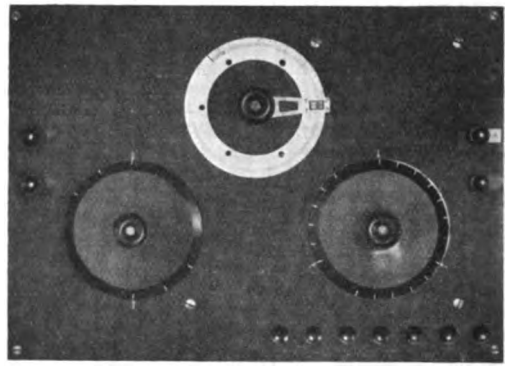


Abb. 6. Geräte zur Untersuchung von Stromwandlern.

nimmt also bei 10 % der Nennstromstärke derart bemessene Nebenschlüsse, daß die Thermo-Umformer normal belastet sind, und bei 20 % des Nennstromes nur die Hälfte der Nebenschlüsse. Dann werden also die Thermo-Umformer und auch die Drossel bzw. der Kondensator wieder denselben Strom führen wie bei 10 % der Nennstromstärke. Der Fehlwinkel bei 20 % addiert sich dann also (oder subtrahiert sich) bei genau dem gleichen Winkel wie bei 10 % Belastung usw.

Statt der Nebenschlüsse gemäß Abb. 1 und 2 braucht man also Nebenschlüsse, die mit der Belastung geändert werden. Will man, wie üblich, bei 10, 20, 50, 100 und 120 % der Nennstromstärke untersuchen, so wird eine Kurbel mit je 5 Kontakten für Primär- und Sekundärseite nötig. In unser Gerät ist nun primär kein Nebenschluß eingebaut, sondern es sind 6 Anschlüsse vorgesehen, an die man 5 Nebenschlüsse für verschiedene Nennstromstärken anschließen kann. Außer dem Nebenschlußwiderstand braucht man auch noch einen kleinen Vorwiderstand im V-Kreis, so daß in diesem Kreis der Gesamtwiderstand konstant bleibt. Die primären Nebenschlüsse entsprechen

[3]) Zickner u. Pfestorf, ETZ 51 (1930) S. 1681, oder Bruckman u. Reichert, Elektrotechn. u. Maschinenb. 48 (1930), S. 34.

Digitized by Google

also der Abb. 3, wobei noch zu bemerken ist, daß Stöpsel vorhanden sind, um zur Minderung des Leistungsverlustes bei größeren Stromstärken also höheren prozentualen Belastungen die nicht mehr nötigen Widerstände kurzzuschließen. Für die Sekundärseite liegen die Verhältnisse anders. Hier kann man für alle Wandler praktisch mit 5 A Nennstromstärke rechnen, braucht also, um in den Hitzdrähten stets gleichen Strom zu haben, Nebenschlüsse für 0,5, 1, 2,5, 5 und 6 A. Außerdem wird, wie aus Abb. 2 ersichtlich, der Nebenschluß doppelt sein müssen, um den V-Kreis symmetrisch zu gestalten.

Weiter soll bei den verschiedenen Strombelastungen der Widerstand im Sekundärkreis immer gleich bleiben; wird also durch Drehen der Kurbel der Nebenschlußwiderstand geändert, so muß im Sekundärkreis gleich soviel zu- bzw. abgeschaltet werden, als man in dem eigentlichen Nebenschluß ab- bzw. zuschaltet. Man ermöglicht das durch zwei Kontaktbahnen gemäß Abb. 4. Bei dieser Schaltung tritt im Sekundärkreis offenbar keine Widerstandsänderung auf und in Verbindung mit Abb. 3 auch nicht im V-Kreis. Der Kontaktwechsel für die primären und sekundären Nebenschlüsse geschieht gleichzeitig mit ein und derselben Kurbel.

Die vollständige Schaltung des Gerätes ist in Abb. 5 wiedergegeben. Abb. 6 zeigt die Bedienungsseite des neuen Gerätes. Das Gerät besitzt 2 Drehknöpfe bzw. Kurbeln; der erste bewegt die Kontaktbahner C_1, C_2 und C_3 (Abb. 5). Der zweite Drehknopf schaltet h_1 und h_2 ein und damit den Kompensationskreis und die Thermobatterien entweder für die Messung von I_1/I_2 oder von δ. Man sieht ferner eine dritte Kurbel, die einen Kontakt über den Schleifdraht bewegt. Von den beiden Teilungen an dieser Kurbel zeigt die eine die Abweichung des Übersetzungsverhältnisses in Promille, die andere ist für den Fehlwinkel in Minuten eingeteilt. Außerdem sieht man noch die Anschlüsse für den Primärnebenschluß, zwei Anschlüsse für den Sekundärkreis und zwei für das Gleichstrom-Galvanometer.

Neue Untersuchungen über Elektrolyse an unterirdischen Leitungen.

Übersicht. Zum experimentellen Nachweis elektrolytischer Korrosionsgefährdung unterirdischer metallischer Leitungen durch Streuströme benutzt man außer mittelbaren Meßverfahren, wie die Differentialmethode von Kallmann, der elektrochemischen Praxis entnommene Elektrodenvorrichtungen, mit deren Hilfe der Streustrom zwischen Leitung und Erdboden abgetastet und so unmittelbar kontrolliert wird. Die erste, in den deutschen „Erdstromvorschriften" empfohlene Vorrichtung dieser Art ist der bekannte Meßrahmen von Haber zur coulombmetrischen oder amperemetrischen Messung der Streudichte. Andere Konstruktionen — Collum und Logan, Michalke — beruhen auf dem gleichen Grundsatz, alle haben aber die mit dem Einbringen der Vorrichtung an die zu untersuchende Leitungsoberfläche verbundenen Nachteile: Aufgraben der Leitung, zumal in verkehrsreichen Straßen, dadurch Veränderung des Erdbodens und des Zustandes an der Leitungsoberfläche, infolgedessen Unsicherheit des Meßergebnisses.

Dem Bedürfnis nach einem Meßverfahren, das die Korrosionsgefährdung ohne Aufgrabung zu beurteilen und den elektrolytischen Zustand ganzer Rohr- und Kabelnetze in verhältnismäßig kurzer Zeit zu prüfen ermöglicht, verdankt das Differential-Potentiometer von Schlumberger sein Entstehen, ein Meßgerät, das, falls seine Anwendung in der Praxis trotz gewisser Bedenken gegen die Zuverlässigkeit der Angaben sich bewähren sollte, berufen wäre, eine in der Korrosionsforschung vorhandene fühlbare Lücke auszufüllen. Diesem Meßverfahren und der ihm zugrunde liegenden mathematischen Theorie ist eine umfangreiche französische Arbeit gewidmet, über die im folgenden berichtet wird.

Das Problem der Potentialverteilung längs einer Gleichstrombahnstrecke mit paralleler unterirdischer Rohrleitung sowie des die Elektrolyse verursachenden Stromübertritts zur Erde wurde bisher meistens durch ein System linearer homogener Differentialgleichungen mit Hilfe gewisser hypothetischer, aber der Praxis häufig widersprechender Vereinfachungen theoretisch zu lösen versucht. Dieser Theorie wird von R. Gibrat[1]) eine neue, das Problem vollständiger umfassende Theorie mittels Integralgleichungen entgegengesetzt, und zwar unter Verzicht auf jene Vereinfachungen, wie Vernachlässigung des Streustroms gegen den Schienenstrom, Proportionalität zwischen Rohrstreustrom und Spannung Rohr-Schiene, gleichbleibendes neutrales Rohrpotential längs der ganzen Strecke, gleichbleibender Übergangswiderstand zwischen Schiene und Rohr. Zum Unterschied von Lefèvre[2]) werden nicht nur der Einfluß des Rohrpotentials gegen Erde und Schiene auf den Rohrstreustrom, sondern auch der Einfluß des Schienenpotentials gegen Erde und Rohr auf den Schienenstreustrom berücksichtigt und drei Übergangswiderstände: Schiene—Erde—Schiene, Schiene—Erde—Rohr und Rohr—Erde—Rohr unterschieden. Dadurch sollen sich gewisse Problemschwierigkeiten, wie die Fragen des Übergangswiderstandes und des Belastungsausgleiches in den Schienenspeiseleitungen, überwinden lassen.

[1]) R. Gibrat, Bull. Soc. franç. Électr. 4 (1934), 5. Serie, S. 749.
[2]) Bulletin de l'Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique Montéfiore 10 (1932) S. 33.

Die im ersten Teil entwickelte Theorie fußt auf einer Arbeit von Fritz Noether[3]) und geht aus von Gleichungen für das gesamte Potential V irgendeines Punktes x, y, z des Erdbodens oder der Schiene oder der Rohrleitung, bezogen auf ein rechtwinkliges Koordinatensystem mit dem Nullpunkt in der Rohrachse (Abb. 1). V

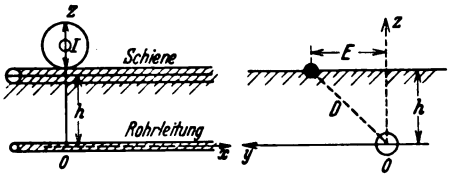


Abb. 1.

entsteht aus der Summe von 3 Teilpotentialen: V_0, hervorgerufen durch den Eintritt des Betriebstromes I in die Schiene, V_1 durch den Schienenstreustrom $\left(-\frac{di_1}{d\eta}\right) = \frac{1}{r_1}\frac{d^2u_1}{d\eta^2}$ auf dem Längenelement $d\eta$ der Schiene und V_2 durch den Rohrstreustrom $\left(-\frac{di_2}{d\zeta}\right) = \frac{1}{r_2}\frac{d^2u_2}{d\zeta^2}$ auf dem Längenelement $d\zeta$ der Rohrleitung. i, u, r bedeuten Strom, Potential und Widerstand längs der Schiene bzw. Rohrleitung, η und ζ Integrationskoordinaten. Schienenpotential und Rohrpotential längs der Richtung x des Parallelverlaufes folgen den beiden Integro-Differentialgleichungen

$$u_1(x) = -\frac{\varrho I}{2\pi\sqrt{x^2+R_1^2}} + \frac{\varrho}{2\pi r_1}\int \frac{d^2u_1}{d\eta^2}\frac{d\eta}{\sqrt{(x-\eta)^2+R_1^2}} + \frac{\varrho}{2\pi r_2}\int \frac{d^2u_2}{d\zeta^2}\frac{d\zeta}{\sqrt{(x-\zeta)^2+D^2}}$$

$$u_2(x) = \frac{\varrho I}{2\pi\sqrt{x^2+D^2}} + \frac{\varrho}{2\pi r_1}\int \frac{d^2u_1}{d\eta^2}\frac{d\eta}{\sqrt{(x-\eta)^2+D^2}} + \frac{\varrho}{2\pi r_2}\int \frac{d^2u_2}{d\zeta^2}\left(\frac{0{,}5}{\sqrt{(x-\zeta)^2+R_2^2}} + \frac{0{,}5}{\sqrt{(x-\zeta)^2+4h^2}}\right)d\zeta$$

Deren Parameter sind der Erdbodenwiderstand ϱ in $\Omega\,\frac{m^2}{m}$, die Widerstände der Schiene r_1 und der Rohrleitung r_2 in Ω/m, die Halbmesser R_1 eines der Schiene äquivalenten Zylinders und R_2 des Rohres, die Tiefe h der Rohrleitung im Erdboden und der Parallelabstand D in m. Die eingeklammerte Summe in dem Ausdruck für das Rohrpotential wird aus der Vorstellung eines elektrostatischen Spiegelbildes der Rohrleitung in der ebenen Trennfläche zwi-

[3]) F. Noether, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 1 (1922), H. 3.

Digitized by Google

schen Erdboden und Luft an Stelle des theoretisch unbegrenzten Erdbodens erklärt.

Für den Fall unendlich langen Parallelverlaufes wird mit Hilfe einer Funktion $g(k)$ und eines Integrals von Fourier eine mathematische Lösung des Problems für den die Elektrolyse bestimmenden Rohrstreustrom auf dem Längenelement dx von der Form $j(x) = \left(-\frac{di}{dx}\right) = \frac{u(x)}{r}$ $= \int_0^\infty g(k) \cos kx \, dk$ gesucht. Die Entwicklung ergibt sich aus bekannten Eigenschaften Besselscher Funktionen $K_0(x)$. Für einen praktischen Untersuchungsfall in der Umgebung von Roubaix werden Berechnungen durchgeführt und ihre Ergebnisse für verschiedene Werte von $\log k$ in Tafeln zusammengestellt.

Bei rechtwinkliger Kreuzung zwischen Rohrleitung und Schiene führt die mathematische Lösung zu Gleichungen, die sich nur durch Vernachlässigung der Wirkung des Rohrstreustromes auf die Schiene integrieren lassen. Es wird auch gezeigt, wie sich die Theorie auf verschiedene Sonderprobleme, wie Ermittlung des Übergangswiderstandes und Drainage als Schutzmaßnahme, anwenden läßt, und gefolgert, daß die Streuwirkung zunimmt, wenn bei gleichbleibenden übrigen Parametern das Verhältnis des Rohrleitungswiderstandes zum Erdbodenwiderstand abnimmt und wenn der Halbmesser der Schiene oder des Rohres und die Tiefe der Rohrleitung zunehmen, demnach bei gleichbleibender Entfernung zwischen Schiene und Rohrleitung diese sich der Senkrechtebene der Schiene nähert. Ferner wird gezeigt, daß das Verhältnis zwischen Rohrstreustrom und Schienenwiderstand nicht genau proportional ist, sich aber ungefähr linear ändert. Die Streuwirkung nimmt mit wachsendem Parallelabstand ab, aber nicht schnell, das Verhältnis ändert sich annähernd logarithmisch. Für den Fall Roubaix wird berechnet, daß die Wirkung in 5 m Abstand für $r_1 = 200 \cdot 10^{-6}$ 6mal so stark wie für $r_1 = 20 \cdot 10^{-6}$ ist und in 500 m Abstand noch 7 % der Wirkung in 5 m Abstand beträgt. Das Schienenpotential folgt für kleine Werte von x einem Exponentialgesetz, verändert sich aber für große x hyperbolisch, wobei der Bodenwiderstand gegen den Schienenwiderstand so klein wird, daß der Einfluß der an und für sich größeren Leitfähigkeit der Schiene verschwindet. Werden die im wichtigsten Integrationsbereich wenig veränderlichen Besselschen Funktionen $K_0(x)$ als konstant angenommen, dann sei mit genügender Annäherung eine Zurückführung der Integralgleichungen auf Differentialgleichungen einfacher Art, insbesondere die Annahme konstanter Übergangskoeffizienten zwischen Rohr und Erdboden sowie Rohr und Schiene, und dadurch die Behandlung in der Praxis gestellter Probleme nach elementaren Verfahren statthaft.

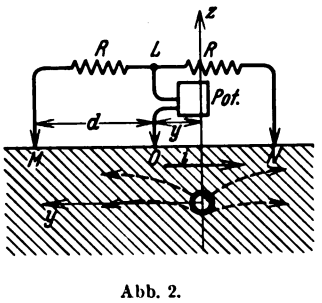


Abb. 2.

Der zweite Teil der Arbeit von Gibrat behandelt die praktische Nutzanwendung der Theorie durch das Differentialmeßgerät von C. Schlumberger[4]). Es enthält drei auf einer Geraden in gleichen Abständen d angeordnete Meßelektroden M, O, N (Abb. 2); die beiden äußeren sind miteinander durch einen Hilfswiderstand R, die mittlere über ein Potentiometer mit dem Mittelpunkt von R verbunden. Bringt man die Elektroden in ein elektrisches Feld, z. B. auf die Erdoberfläche eines vom vagabundierenden Strom i durchzogenes Gebiet, so erfolgt ein Ausschlag des Meßinstruments, wenn die Punkte O und L verschiedenes Potential haben. Bei gleichmäßiger Stromdichte und Homogenität des Erdbodens zwischen M und N sowie gleichen Kontaktwiderständen der äußeren Elektroden besteht zwischen O und L Gleichgewicht, das durch eine in der Nähe befindliche, Strom aussendende Rohrleitung gestört wird. Die Meßvorrichtung dient daher zum Nachweis von Rohrstreuströmen, ohne daß ein Aufgraben der Leitung nötig erscheint. Erforderlich ist, daß der Strom im Meßkreis gegen den Erdstrom zwischen M und N und die Kontaktwiderstände der Außenelektroden gegen den Hilfswiderstand zu vernachlässigen sind. Dann ist das Potential der Potentiometerklemme L annähernd gleich dem arithmetischen Mittel der Potentiale der Außenelektroden und die Wirkung des Rohrstreustromes auf das Potentiometer, $S = V_0 - \frac{V_m + V_n}{2}$, theoretisch am stärksten, wenn $\overline{MN}$ senkrecht zur Rohrleitung („Querschnitt"-Messung) und die Mittelelektrode senkrecht über dieser liegt.

In Anlehnung an die im ersten Teil dargelegte Theorie wird eine mathematische Theorie der Meßvorrichtung aufgestellt und vorausgesetzt, daß die Rohrleitung geradlinig und in gleichbleibender Tiefe verläuft. Der allgemeine Fall des Problems beruht auf der Ableitung einer den Rohrstreustrom bestimmenden Funktion $j(l)$ von einer auf das Meßgerät wirkenden Funktion $S(x)$ im Punkt x, O, O, führt auf eine Integralgleichung dritter Art: $S(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} K(x, l) j(l) \, dl$ und wird in einem besonderen, die höhere Mathematik in Anspruch nehmenden Abschnitt behandelt. In den für die Praxis wichtigsten, zum Verständnis des allgemeinen Falles beitragenden Sonderfällen gilt für jedes stromstreuende Rohrelement dl zwischen Gesamtstreustrom j und im Punkt x, y, z hervorgerufenem Potential dV bei gleichbleibendem Erdbodenwiderstand die Grundbeziehung

$$dV = \frac{\varrho j}{2\pi} \frac{dl}{\sqrt{(x-l)^2 + y^2 + z^2}}$$

und für das gesamte Potential

1. im Fall punktförmiger Stromstreuung an der Abszisse l:

$$V = \frac{\varrho j}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{(x-l)^2 + y^2 + z^2}}$$

entsprechend sphärischer Potentialverteilung rund um den Streupunkt;

2. im Fall gleichförmiger Streuung längs einer unendlich langen Rohrleitung durch Integration von $-\infty$ bis $+\infty$:

$$V = -\frac{\varrho j}{2\pi} \ln (y^2 + z^2)$$

entsprechend rotationszylindrischen Äquipotentialflächen um die Rohrachse:

3. im Falle gleichförmiger Streuung längs einer Rohrleitung von begrenzter Länge $2L$ durch Integration von $-L$ bis $+L$:

$$V = \frac{\varrho j}{2\pi} \ln \frac{\sqrt{(x-L)^2 + y^2 + z^2} - (x-L)}{\sqrt{(x+L)^2 + y^2 + z^2} - (x+L)}$$

entsprechend rotations-ellipsoidischen Äquipotentialflächen, deren Brennpunkte an den Endpunkten der Rohrleitung liegen. Im zweiten Fall ist die Gesamtwirkung S auf das Potentiometer, wenn $\overline{MN}$ senkrecht zur Rohrleitung auf der Erdoberfläche ($z = h$) verschoben wird („Querschnitt"-Messung, y veränderlich):

$$S_{\text{Rohr}} = 0{,}00366 \, \varrho \, j \, A .$$

Die Funktion $A = 100 \log \frac{\sqrt{[(y+d)^2 + h^2]\,[(y-d)^2 + h^2]}}{y^2 + h^2}$ ändert sich mit den Parametern y/d und h/d nach theoretisch symmetrisch zur Ordinatenachse verlaufenden Schaulinien (Abb. 3). Wird j in A/m, ϱ in $\Omega m^2/m$ ausgedrückt, ergibt sich S in mV. „Längsschnitt"-Messungen ($\overline{MN}$ in der Senkrechtebene der Rohrleitung, $y = O$) liefern im zweiten Fall theoretisch an allen Punkten Null. Für $h = O$ ergeben Querschnitt-Messungen die Wirkung des Schienenstreustroms:

$$S_{\text{Schiene}} = \frac{\varrho j}{2\pi} \ln \frac{y^2 - d^2}{y^2} .$$

Der Unterschied gegenüber der Wirkung bei begrenzter Schienenlänge $2L$ (Fall 3) errechnet sich z. B. für $y = 2$ m und $d = 1$ m zu 4,6 %. Durch rechnerische Auswertung der Messungsergebnisse erhält man das Produkt $(\varrho \cdot j)$. Um den gesuchten Rohrstreustrom zu finden, muß der Erdbodenwiderstand bekannt sein. Dieser läßt sich nach Schlumberger ebenfalls ohne Aufgraben der Rohrleitung durch ein Potentialmeßgerät mit 4 symme-

[4]) Frühere Veröffentlichung Rev. gén. Électr. 35 (1934) S. 203.

Digitized by Google

trisch zur Mitte angeordneten Elektroden A, M, N, B messen, indem ein Strom bekannter Stärke zwischen A und B durch den Erdboden geschickt und der Potentialunterschied zwischen M und N gemessen wird: $\varrho = k \frac{\Delta V}{i}$; k ist ein von der gegenseitigen Lage der vier Elektroden abhängiger Festwert. Für verschiedene Abstände $\overline{AB}$ erhält man verschiedene Werte von ϱ, weil der Widerstand sich mit der Tiefe ändert. Ist die Länge ungefähr gleich der vierfachen Tiefe, erhält man annähernd richtige Widerstandswerte.

Zur Bestätigung der Theorie und Erprobung der Brauchbarkeit und Genauigkeit des Meßverfahrens wurden Messungen in einem Versuchsfeld aus Tonboden durchgeführt, in das ein 10 m langer, 11 mm dicker Kupferleiter 1 m tief versenkt und parallel dazu eine gleichlange Straßenbahnschiene auf der Oberfläche verlegt wurde. Die Stromerzeugung erfolgte durch eine Akkumulatorenbatterie, indem ein Pol mit je einem Ende des Kabels oder der Schiene und der andere Pol mit einem 100 m von der Versuchstrecke entfernt versenkten Rohrerder durch isolierte Leitungen verbunden wurden, während das andere Ende des Kabels bzw. der Schiene frei blieb. Der so erzeugte gesamte Erdstrom betrug beim Kabelversuch 60, beim Schienenversuch 16 mA/m, der Gesamtübergangswiderstand zum Erder 18,5 bzw. 69 Ω.

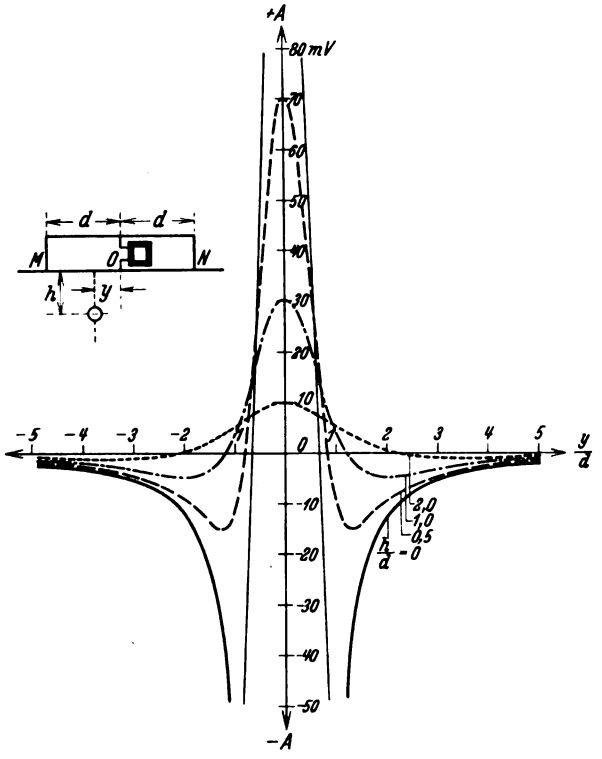


Abb. 3.

Das Ergebnis der Bodenwiderstandsmessungen mit dem Viererelektrodengerät läßt eine schlechter leitende Oberflächenschicht, 43 bis 55 Ωm²/m bei $\overline{AB} = 1$ m, von einer besser leitenden, für das vorliegende Problem wichtigeren tieferen Schicht, 17 bis 23 Ωm²/m bei $\overline{AB} = 8$ m unterscheiden. Eine Nachprüfung dieser im Laboratorium ergab 22 Ωm²/m. Eine Reihe von Messungen mit einem schon bei den Versuchen in Roubaix benutzten Gerät alter Ausführung in Querschnitten, Längsschnitten und Polarschnitten ($x = y = 0$, Winkel MN/Kabel von 0 bis 180 ° veränderlich) werden in Schaulinien dargestellt und diese mit theoretisch berechneten Linien verglichen. Die Übereinstimmung ist befriedigend, wenigstens bei Querschnittversuchen für kleine y. Für größere y und bei Längsschnitten überhaupt überstiegen die Unstimmigkeiten die mit 8 bis 10 mV angegebene Genauigkeitsgrenze des Versuchsgerätes teilweise erheblich. Eine Querschnitt-Messung an der Versuchschiene zeigt schnelles Abnehmen von S mit wachsendem y, von > 300 auf wenige mV bei etwa $y = 4$ m, so daß bei diesem Abstand eine erhebliche Störung von Messungen in Straßen oder auf Gehsteigen, auch während der Vorbeifahrt von Bahnwagen, nicht zu befürchten sei.

In einer Sitzung der Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à très haute tension 1933 wurde gegen die Anwendbarkeit des Meßverfahrens und damit gegen die Zuverlässigkeit der Ergebnisse des ersten konkreten Versuchsbeispieles an einem 45 kV-Kabel im Netz der Société Électrique Lille-Roubaix-Tourcoing eingewendet, daß die ungleiche Beschaffenheit der Erdoberfläche und des Erdbodens und die Ungewißheit der Stromleitung im Boden eine richtige Beurteilung der verhältnismäßig kleinen Meßwerte in Frage stellten. Zwecks Entkräftung dieses Einwandes, und um die Genauigkeit der Meßvorrichtung zu steigern, hat die Compagnie générale de Géophysique eine Neukonstruktion des Meßgeräts ausgeführt mit dem Ziel, die als Hauptursache der Unstimmigkeiten in den Messungsergebnissen anzusehende Ungleichheit der Kontaktwiderstände der Außenelektroden durch einen Kompensationswiderstand von sehr großem Ohmwert — es waren Kontaktwiderstände von 15 000 bis 40 000 Ω beobachtet worden — praktisch auszuschalten. Mit dem neuen Gerät wurden die Vorversuche im Versuchsfeld wiederholt, aber unter Benutzung einer neuen Versuchstrecke, weil ein neben der alten hergestelltes Erdloch gewisse Unsymmetrien der Meßwerte verursacht hatte. Aus den die Erwartungen erfüllenden Ergebnissen wird geschlossen, daß das Meßverfahren sich nicht nur zur Ermittlung der Stromdichte am Rohr, sondern auch zur Feststellung der Lage von Stromaustrittstellen sowie der Lage, Richtung und Tiefe der Rohrleitung eigne, und daß die Annahme gleichbleibender Übergangskoeffizienten zulässig sei. Darüber hinaus werde der Messende, der seine Beobachtungen nur an der Erdoberfläche zu machen gezwungen ist, in die Lage versetzt, unter Zuhilfenahme höherer Mathematik aus den Messungsergebnissen alle möglichen Schlußfolgerungen zu ziehen, die aber bei Außerachtlassung gewisser Vorsichtsmaßnahmen zu großen Irrtümern verleiten könnten.

Im dritten Teil wird über neue Versuche an zwei die Schienen der elektrischen Bahn einer Hafenstadt kreuzenden Kabelsträngen berichtet. In der Umgebung der Kreuzungstelle waren acht Jahre vorher starke Korrosionen des Bleimantels aufgetreten und, in Anbetracht durch Messung festgestellter hoher, dem Bahnbetrieb folgender Werte des Mantelpotentials gegen Erde (bis 20 V) und des Mantelstroms (bis 30 A), als Folge der Elektrolyse vagabundierenden Bahnstroms erkannt worden. Verschiedene Abwehrmaßnahmen — Verlegung der gefährdeten Kabelstrecke in Zementrohren, Verbinden des Bleimantels mit der Eisenarmierung an den Muffen, Verstärkung des Querschnittes der Schienenspeiseleitung und Verschiebung des Schienenanschlußpunktes — hatten die Verhältnisse wesentlich, aber nicht genügend gebessert. Daraufhin wurden im Februar 1934 neue Messungen nach dem Schlumberger-Verfahren mit dem verbesserten Gerät vorgenommen.

Messungen des Erdbodenwiderstands bestätigten die im Hinblick auf die Nähe des Meeres entstandene Vermutung chemischen Angriffes durch salzhaltigen Boden nicht, durch Analyse gefundene Anhäufung von Chlorionen in den Korrosionsprodukten[5]) ließ vielmehr auf Elektrolyse durch Fremdströme schließen. Eine Reihe von Querschnitts-Messungen mit dem Schlumberger-Gerät, wobei die Potentiometerangaben und die Stromwerte in einem Bahnspeisekabel gleichzeitig aufgenommen wurden, brachten zweifelsfrei den Nachweis des Einflusses vagabundierenden Bahnstroms als Korrosionsursache. Die gefährdete Zone ließ sich auf eine Gesamtlänge von etwa 400 m beiderseits der Kreuzung ziemlich genau eingrenzen. Die theoretische Berechnung ergibt, daß der Mantelstreustrom in 200 m Entfernung von der Kreuzung nur noch 1 % des Wertes in 10 m Entfernung beträgt und dem Potentialhöchtwert von 270 mV ein Strom von 153 mA/m entspricht, was bei gleichmäßiger Verteilung auf der Mantelfläche einer Stromdichte von 2,3 mA/dm² gleichkäme. Bei einer Querschnitt-Messung am Schienengleis wurden in 1,7 m Abstand bis 500, in 3,7 m Abstand bis 45 mV beobachtet. Bleimantelerdung verursachte nur geringfügige Verminderung des Rohrstreustroms. Verstärkung infolge Erhöhung der Leitfähigkeit der Schienenbettung durch das Gewicht der Bahnzüge ließ sich auch bei Vorüberfahrt von Dampf- oder Öllokomotiven deutlich erkennen.

Aus den Ergebnissen wird geschlossen, daß in dem behandelten konkreten Untersuchungsfall vagabundierender Bahnstrom als wesentliche Ursache der Korrosion zu gelten habe, zum Unterschied von dem früheren Fall

[5]) Medinger, Z. angew. Chem. 44 (1931) H. 26.

Digitized by Google

Roubaix-Tourcoing, wo dem vagabundierenden Strom im Verhältnis zur Wirkung von Eigenströmen nur eine nebensächliche Rolle zugesprochen wurde. Messungen mit dem Schlumberger-Gerät gestatten, eine das ganze Kabelnetz klar zu übersehende Diagnose zu stellen und geeignete Schutzmaßnahmen, insbesondere eine weitere Verschiebung des Schienenspeisepunktes um 4 km von der bisherigen Lage vorzuschlagen. F. Besig, Berlin.

Elektrische Personen- und Lastenförderanlage für zwei Wasserkraftwerke in den Pyrenäen.

Oberhalb des Städtchens Arreau in den französischen Pyrenäen entstanden in den letzten Jahren zwei bemerkenswerte Kraftwerke der französischen Südbahn von zusammen 26 500 kW. In 2100 m Höhe bildet der See von Caillaouas ein natürliches Staubecken, dessen Wasser in einer Gefällstufe von 400 m dem Kraftwerk Lassoula zugeführt wird. Von hier aus gelangt das Wasser, verstärkt durch Zuflüsse aus Nebentälern, durch einen 2 km langen Stollen zu einer zweiten Druckleitung von 450 m Höhenunterschied, die im Kraftwerk Tramezaygues endet.

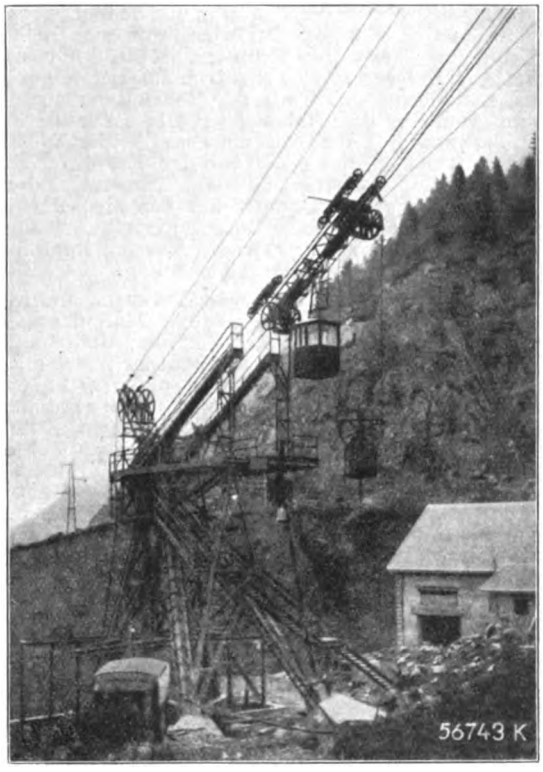


Abb. 1. Maschinenturm und Laufkatze des Kabelkranes Tramezaygues.

Zur Verlegung der Rohrleitungen in dem schwierigen und unzugänglichen Gelände und zur späteren Instandhaltung wurden über den im Grundriß geradlinigen Leitungsverlauf zwei Kabelkrane von Adolf Bleichert & Co., Leipzig, aufgestellt mit Spannweiten von 768 und 761 m. Der Kabelkran Tramezaygues erfaßt die Rohre, die in Einzellängen bis zu 10 m und Gewichten bis zu 12 t angeliefert werden, mit zwei Flaschen (Abb. 1), deren jede von einem besonderen Hubseil getragen wird. Die Katze läuft auf zwei Tragkabeln von 52 mm Dmr. und wird von zwei Fahrseilen fortbewegt. Sie trägt zwischen den Flaschen eine Kabine für zehn Personen in der für Schwebebahnen üblichen Ausführung zur Beförderung von Werksangehörigen. Seit Vollendung der Bauarbeiten dient die Anlage dem öffentlichen Personenverkehr, nachdem die Hubflaschen ausgebaut worden sind.

Im Maschinenhaus neben dem Turm sind die Winden aufgestellt. Jedes Fahrseil läuft über eine 3,2 m lange Trommel von 2,5 m Dmr. Der Antrieb erfolgt über ein gemeinsames Vorgelege durch einen Asynchronmotor von 120 PS Dauerleistung bei 220 V, 50 Hz mit Schleifringanker. Zur Steuerung dient eine Fahrbrems-Steuerwalze mit acht Fahr- und drei Bremsstellungen. Die Bremswiderstände sind so ausgelegt, daß das größte Bremsmoment etwa 80 % des größten Fahrmomentes beträgt. Die Katze fährt mit 90 m/min bei Personen- und 30 m/min bei Lastenbeförderung.

Zum Antrieb der beiden Hubtrommeln ist ebenfalls nur ein Motor vorhanden, der die Trommeln gemeinsam oder einzeln treiben kann; dadurch ist es möglich, jede Flasche für sich zu heben und dem Rohr jede gewünschte Neigung zu geben. Der Hubmotor, der, wie alle anderen Motoren und elektrischen Einrichtungen, von der AEG geliefert wurde, hat eine Leistung von 60 PS bei 25 % ED und wird durch eine normale, achtstufige Wendeschaltwalze gesteuert. Die Hubgeschwindigkeit beträgt 10 m/min.

Außer den üblichen Motorschutz- und Endschaltern besitzt die Anlage alle für Personenschwebebahnen des öffentlichen Verkehrs geforderten Sicherheitseinrichtungen.

Der Kabelkran des Werkes Lassoula ist zunächst nur zur Lastenbeförderung bestimmt und besitzt im wesentlichen die gleiche Ausrüstung.

Schwebebahn Santête—Lassoula. Die Beförderung der Baustoffe und Maschinenteile zwischen der 1. und 2. Gefällstufe erfolgte durch den Stollen. Für die Beförderung von Personen und kleinen Lasten bis zu 1 t ist eine Kleinpersonenbahn der Bauart „Bleichert-Zuegg" errichtet worden, da jede andere Verkehrsmöglichkeit während eines großen Teiles des Jahres ausgeschlossen ist. Die Bahn überschreitet eine Reihe von tief eingeschnittenen Tälern; ihre Endpunkte liegen etwa auf gleicher Höhe (Abb. 2). Sie besitzt drei eiserne Stützen und einen Wagen für 10 Personen, ein Tragseil von 37 mm Dmr., ein Zugseil und ein Hilfseil, das nur im Notfalle in Betrieb kommt.

Der Antrieb erfolgt durch zwei normale Drehstrommotoren mit Schleifringanker, und zwar einen Hauptmotor von 45 PS und einen Hilfsmotor von 16 PS Dauerleistung der Siemens-Schuckertwerke. Jeder Motor kann beliebig auf das Vorgelege des Zugseiles oder Hilfseiles geschaltet werden. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt für den Zugseilbetrieb 5 m/s, für den Hilfseilbetrieb 1,15 m/s. Die Steuerung und Regelung erfolgt durch zwei normale Wendeschaltwalzen von 13 bzw. 8 Fahrstellungen in Verbindung mit einer auf die Antriebscheiben wirkenden Manövrierbremse. Im übrigen hat die Bahn eine Tragseil-Fangvorrichtung und die üblichen Sicherheitseinrichtungen.

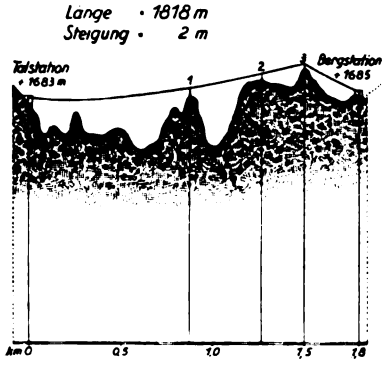


Abb. 2. Längsprofil der Schwebebahn Santête—Lassoula.

Während man noch vor sechs Jahren fast bei allen Antrieben von Personenschwebebahnen den zugeführten Drehstrom in Gleichstrom umformte, um eine feinere Regelung zu erhalten, hat die vorliegende Anlage, wie andere neuere Bahnen, reinen Drehstromantrieb, der bei geigneter maschinentechnischer Durchbildung der Bremsen allen Anforderungen der Regelung genügt und aus Gründen der Wirtschaftlichkeit den Vorzug verdient.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Oszilloskop. — Unter dem Namen Oszilloskop wird ein handlicher Oszillograph hergestellt, bei dem die Gebrauchseigenschaften des hochwertigen Universal-Oszillographen soweit wie möglich beibehalten sind. Es eignet sich infolge seiner kleinen Abmessungen (Abb. 1) und seines geringen Gewichts zum Mitnehmen auf Untersuchungsgängen

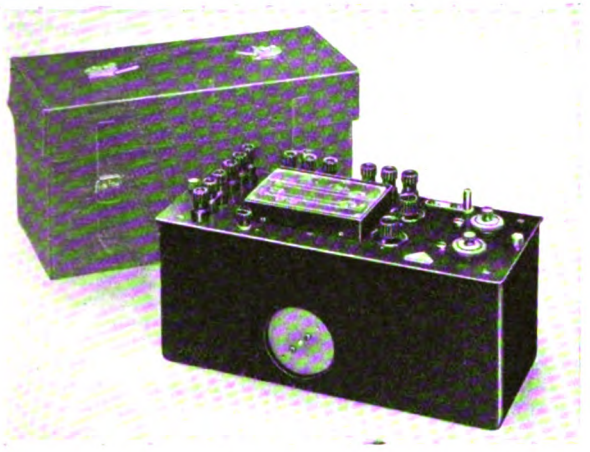


Abb. 1. Das Oszilloskop mit zugehöriger Ledertasche.

und hat dabei eine für orientierende Beobachtungen vollständig ausreichende Gebrauchsgüte. Wichtig ist vor allem, daß im Oszilloskop genau die gleichen Meßschleifen benutzt werden wie im Universal-Oszillographen. Diese Meßschleifen gibt es bekanntlich in verschiedenen Ausführungen für alle Verwendungszwecke. Das Oszilloskop kann zwei dieser

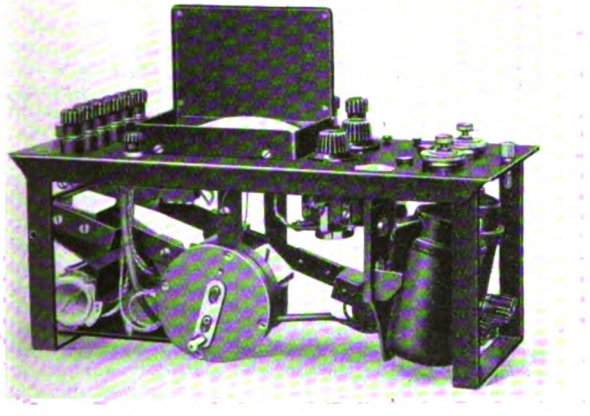


Abb. 2. Oszilloskop ohne Gehäuse.

Meßschleifen aufnehmen. Die Optik entspricht ebenfalls im wesentlichen der bei dem großen Oszillographen bewährten. Der von einer 4 V-Glühlampe ausgehende Lichtstrahl durchläuft zunächst eine Spaltblende sowie eine Zylinderlinse und gelangt darauf über einen Umlenkspiegel auf die Meßschleife. Deren Spiegelchen wirft den Strahl ebenfalls über den Umlenkspiegel auf einen drehbaren Polygonspiegel, der das Bild der Schwingung auf einer aus Zellon bestehenden unzerbrechlichen Mattscheibe entwirft. Um alle Teile auf kleinstem Raum vereinigen zu können, war eine entsprechend geschickte Anordnung nötig, die Abb. 2 erkennen läßt. Eingebaut sind ferner zwei regelbare Widerstände, mit deren Hilfe man die Meßschleifen für Stromstärken bis 1 A benutzen kann. Außerdem ist eine der Meßschleifen in einem zweiten Meßbereich durch Einschalten eines festen Vorwiderstandes für Spannungen bis 120 V verwendbar, und die zweite durch Einschaltung eines festen Nebenwiderstandes für Ströme bis 5 A. Das Oszilloskop eignet sich infolge dieser Schaltung zum Anschluß an normale Strom- und Spannungswandler. Der den Polygonspiegel antreibende Synchronmotor und die Lampe können über einen eingebauten Transformator wahlweise an 120 oder 220 V Wechselspannung angeschlossen werden.

Die auf der Mattscheibe entstehenden Kurvenbilder stehen infolge der genauen Ausführung des Spiegels und seines Antriebes still, so daß sie auf aufgelegtem und durch einen Bügel festgespanntem Pauspapier nachgezeichnet werden können. Auch mehr als zwei synchrone Wechselstromkurven lassen sich festhalten, indem ein Vorgang auf der einen Schleife als Bezugskurve eingeschaltet bleibt, während die zweite Schleife nacheinander auf die anderen Meßgrößen umgeschaltet wird. *Jkl.*

Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 370[1]):

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Systeme von Elektrizitätszählern zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen worden.

Systeme $\overline{|172|}$, $\overline{|173|}$ und $\overline{|174|}$, die Formen EFk1, EF3k1, EFk1t, EF3k1t, EFk1R, EF3k1R, EFe, EFeR, EFeSt, EFe3, EFe3R, EFe3St, EFeR3, EMe, EMeR, EMeRSt, EMeH, EMeHK, EMeHR, EMeHRSt, EM4e, EM4eR und EMeRSt, Induktionszähler für ein- bzw. mehrphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma **Heliowatt-Werke** (früher Aronwerke) Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Berlin-Charlotttenburg.

Berlin-Charlottenburg, den 12. Januar 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Stark."

Beschreibung[2]).

Den bisher als Systeme $\overline{|83|}$ bzw. $\overline{|98|}$ bzw. $\overline{|109|}$ zur Beglaubigung zugelassenen, in nachstehender Zahlentafel aufgeführten Zählerformen werden auf Grund der Bekanntmachung Nr. 367[3]) die in der Bekanntmachung genannten Systemnummern zuerteilt.

Formzeichen	Systemnummer bisher	Systemnummer neu
EFk 1, EF 3 k 1, EFk 1 t, EF 3 k 1 t, EFk 1 R, EF 3 k 1 R, EFe, EFeR, EFeSt, EFe 3, EFe 3 R, EFe 3 St, EFe R 3	$\overline{\|83\|}$	$\overline{\|172\|}$
EMe, EMeR, EMeRSt, EMeH, EMeHK, EMeHR, EMeHRSt	$\overline{\|98\|}$	$\overline{\|173\|}$
EM 4 e, EM 4 eR, EM 4 eRSt	$\overline{\|109\|}$	$\overline{\|174\|}$

Nullpunktverlegung bei Doppelspulinstrumenten. — Das Doppelspulinstrument[4]) mit Nullpunkt in der Skalenmitte ist besonders geeignet für Schaltungen, bei denen der dem anzuzeigenden Meßwert entsprechende Ablenkstrom von einem negativen Höchstwert über Null bis zu einem positiven Höchstwert zunimmt. Dieses Verfahren, bei dem der Ablenkstrom sein Vorzeichen wechselt, ist aber nicht anwendbar, wenn die Schaltung, mit der das Doppelspulinstrument verbunden werden soll, so beschaffen ist, daß der Ablenkstrom von Null ausgehend bis zu einem bestimmten Höchstwert

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 58.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 370. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 349.
[4]) G. Keinath, Die Technik elektrischer Meßgeräte, Verlag Oldenbourg, 3. Aufl., München 1928, Bd. 1, S. 21/22 u. S. 357/59

Digitized by Google

linear ansteigt. Eine solche Gesetzmäßigkeit liegt beispielsweise den verschiedenartigen, zur elektrischen Fernzählung von Durchflußmengen mit Motorzählern dienenden Meßschaltungen zugrunde. Wenn an einen einzigen, z. B. in einer Stromteilerschaltung liegenden Widerstandsferngeber[1]) (Ringrohr oder Drahtwiderstand mit Schleifbürste) sowohl ein spannungsunabhängiger Induktionszähler[2]) als auch ein als Anzeige- oder Schreibgerät ausgebildetes Doppelspulinstrument über gemeinsame Fernleitungen gleichzeitig angeschlossen werden sollen, handelt es sich um die Aufgabe, den Nullpunkt des Instrumentes von der Skalenmitte nach dem Skalenanfang zu verlegen. W. Geyger beschreibt eine hierfür geeignete, sehr einfache Anordnung, bei der dem im Richtkraft-Stromkreis fließenden Induktionstrom auf induktivem Wege ein Hilfstrom überlagert wird, der so bemessen ist, daß der Zeiger auf den Skalenanfang einspielt, wenn der dem anzuzeigenden Meßwert entsprechende Ablenkstrom gleich Null ist. Nach diesem Verfahren kann man den Zeiger auch auf irgendeinen anderen Skalenpunkt, der dann den Nullpunkt darstellt, verlegen, wenn das Schaltungsprinzip dies erforderlich macht. (W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 2, S. 134.)

Elektromaschinenbau.

Zusätzliche Momente beim Anlauf von Käfigankermotoren. — F. Heller befaßt sich mit den beim Anlauf von Käfigankern auftretenden zusätzlichen Momenten, welche auf räumliche Oberwellen der Wicklungsanordnung bzw. der Nutung zurückgeführt werden können. Nach Erörterung der allgemein im Asynchronmotor auftretenden Momente und der Einwirkung fremder Felder auf Spulen und Käfigwicklungen wird die Zusammensetzung der gleichwelligen MMK- und Nutungsfelder von der Ordnung $Z \pm p$ (Z = Zähnezahl, p = Polpaarzahl der Arbeitsharmonischen) behandelt, wobei sich zeigt, daß sich die einander entsprechenden Felder addieren bzw. subtrahieren, je nachdem ob die Nutzahl q je Pol und Phase geradzahlig oder ungeradzahlig ist.

Als Nächstes wird die räumliche Verteilung der im Luftspalt während des Anlaufs auftretenden Restfelder untersucht. Diese Restfelder verursachen örtliche Sättigungen der Zahnstege, was einer scheinbaren Vergrößerung der Nutschlitze entspricht. Es wird gezeigt, daß sich die Größe dieser fiktiven Nutöffnung entlang der Bohrung ändert, was zur Folge hat, daß Felder entstehen, die zeitlich mit dreifacher Netzfrequenz pulsieren. Bei der Behandlung der synchronen Sättel wird u. a. abgeleitet, daß für die Drehzahl n_r der synchronen Zusatzmomente, welche auf den Einfluß der Wicklungsanordnung bzw. der Nutung zurückgeführt werden können, gilt: $n_r = \pm \frac{2 n_s k_1}{Z_2 k_2}$ (n_s = synchrone Umlaufzahl des zweipoligen Feldes, Z_2 = Rotorzahnzahl, k_1, k_2 ganze Zahlen). In der Drehmomentenlinie sind hauptsächlich die den Werken $k_1 = k_2 \leq 2$ entsprechende Sättel vertreten.

Als Letztes werden die verschiedenen Mittel zur Unterdrückung der parasitären Momente asynchroner und synchroner Art mit besonderer Berücksichtigung der Nutenverschränkung untersucht. Für den Fall $Z_2 - Z_1 = 2p$ wird die Berechnung des synchronen Momentes als Funktion der Verschränkung $M = M(\psi')$ durchgeführt. (F. Heller, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 3, S. 173.)

Der Frequenzgang des Wirkungsgrades eisengeschlossener Transformatoren. — In einem Aufsatz von Eckart wird zunächst der Frequenzgang der Eisenverluste dargestellt: Wir denken uns einen Parallelwiderstand R_{11} zur primären Hauptinduktivität L_{11}; dann gilt im Bereich der tiefen Frequenzen R_{11} = konst., $L_{11} = L_{22} w_1^2/w_2^2$ = konst. Anschließend gilt für die hohen Frequenzen:

$$R_{11} = K\sqrt{\omega}, \quad L_{11} = K/\sqrt{\omega}, \quad R_{11} = \omega L_{11}.$$

Unter Annahme fester Werte aller Induktivitäten und Widerstände gilt unter Vernachlässigung der Wicklungskapazität:

$$\eta = \frac{A\,\omega^2}{B\,\omega^4 + D\,\omega^2 + \xi}, \qquad (1)$$

wobei A, B, D, E Festwerte sind, die sich aus den Daten des Transformators rational zusammensetzen. Unter Vernachlässigung der Streuung gilt:

$$\eta = \frac{A\,\omega^2}{D'\,\omega^2 + \xi}. \qquad (2)$$

[1]) G. Keinath, wie Fußnote 4 (S. 485), Bd. 2, S. 169/170.
[2]) DRP. 334515 v. 12. III. 1919.

Aus Gl. (1) erhalten wir durch Differenzieren die Frequenz des maximalen Wirkungsgrades, die um so höher liegt, je größer der Belastungswiderstand, um so niedriger, je größer die sekundäre Streureaktanz ist. Für sehr hohe Frequenzen ergibt sich aus (1) unter Einsetzen der Wurzelgesetze für die Hauptinduktivitäten und des Eisenverlustwiderstandes

$$\eta = \frac{C R_a}{\omega^{3/2} L_{s_2}}, \qquad (3)$$

wenn R_a den Belastungswiderstand, L_{s_2} die sekundäre Streuinduktivität, C einen Festwert bedeuten.

Es wird weiterhin der Belastungswiderstand bestimmt, für den η ein Maximum wird, sowie der Frequenzgang dieses Widerstandes erörtert; unter Annahme konstanter Eisenpermeabilität ist dieser Widerstand im Bereich der tiefen Frequenzen ein Festwert, nimmt bei höheren Frequenzen mit der 4. Wurzel aus der Frequenz zu, wobei er so bestimmt ist, daß die Eisenverluste gleich den Kupferverlusten sind. Bei den sehr tiefen Frequenzen ist er dagegen gleich dem Kupferwiderstand der Sekundärwicklung, bei den sehr hohen Frequenzen wird er gleich dem Streuwiderstand der Sekundärwicklung. (G. Eckart, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 3, S. 215.)

Apparate und Stromrichter.

Wechselschaltungen, Theorie und Anwendungen. — Durch eine Wechselschaltung wird eine vorgegebene Anzahl Schaltstufen mit beliebig vielen räumlich getrennten Schaltern derart verwirklicht, daß durch Fortschalten irgendeines Schalters die bestehende Stufe in zyklischer Folge durch die nächste abgelöst wird. W. Bader behandelt die vierstufigen Wechselschaltungen für Beleuchtungskörper mit zwei oder mehr Lampengruppen. Durch eine der Verallgemeinerung fähige, leicht verständliche Matrizenrechnung werden die Schaltpläne ermittelt, das sind die Verzeichnisse jener Verbindungen, die jeder Schalter auf seinen einzelnen Stellungen herzustellen hat. Ferner wird gezeigt, wie sich die Schaltpläne auf einfachste Art durch die bekannten Paketschalter verwirklichen lassen. So erfordert die von zwei Stellen bediente, vierstufige Wechselschaltung für einen zweiflammigen Kronleuchter zwei Schalter mit je zwei Paketen, zwischen denen vier Verbindungsleitungen gezogen werden müssen. Etwaige weitere Wechselschalter sind in den Verbindungsstrang einzufügen und mit je vier Paketen auszurüsten. Wechselschaltungen für drei- und mehrflammige Kronleuchter benötigen etwas größere Schalter und mehr Verbindungsleitungen. Es ist bemerkenswert, daß der Aufbau der Schaltung sich wesentlich vereinfacht, wenn an Stelle der oben erwähnten zyklischen Stufenfolge die sogenannte „quasizyklische" Anordnung gewählt wird; hier wird beim Durchdrehen irgendeines Schalters zwar die Reihenfolge der Schaltstufen gewahrt, der Zyklus aber je nach der Stellung der übrigen Schalter in der einen oder der anderen Richtung durchlaufen.

Die praktische Bedeutung der gewonnenen neuen Lösungen erhellt aus dem Umstand, daß der mehrflammige Kronleuchter in der Regel in einem Raume mit mehreren Eingängen sich befindet und daher eine Bedienung von verschiedenen Stellen aus erwünscht erscheinen läßt. Die Arbeit will aber auch einem Ausbau der noch recht wenig entwickelten Schaltlehre dienen, indem sie die Theorie und ein planmäßiges Verfahren für die Behandlung verwickelterer Aufgaben liefert, die einer versuchsweisen Lösung nicht zugänglich sind, für welche also der sonst meist beschrittene Weg des „sinngemäßen Probierens" nicht gangbar ist. (W. Bader, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 2, S. 107.)

Die Berechnung des Parallelwechselrichters bei ohmscher Belastung. — W. Schilling zeigt, daß das Wesen der Wechselrichtung in periodischer Richtungsumkehr eines Stromes aus einer Gleichspannungsquelle durch einen Verbraucher besteht, indem die praktische Wechselrichterschaltung auf zwei Grundschaltverbindungen zurückgeführt wird. Im Falle des Parallelwechselrichters bei ohmscher Belastung ist der Verbraucher ein aus Belastungswiderstand und Umschaltkapazität bestehendes Glied, das periodisch in wechselnder Richtung über eine Drossel mit der Gleichspannungsquelle verbunden ist. Die Rechnung zeigt, wie die entstehende Wechselspannung in Größe und Kurvenform sowie die Leistung von der Wahl der Frequenz und der Schaltelemente abhängen. Die Ergebnisse sind in Kurven dargestellt, die zur Berechnung des Wechselrichters geeignet sind. Es zeigt sich, daß die Spannung des Parallelwech-

Digitized by Google

selrichters bei steigendem Verbraucherwiderstand oberhalb einer Grenze rasch ansteigt und daß die Leistung, die zunächst wie bei einem normalen Verbraucher bei Entlastung fällt, bei dieser Grenze ein Minimum erreicht, um dann auch anzusteigen. Derartige Kennlinien legen den Arbeitsbereich des Wechselrichters fest. Schließlich werden die Beanspruchungen der Entladungsgefäße erörtert in bezug auf Sperrspannung, Rückzündspannung und Entionisierungszeit. (W. Schilling, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 2, S. 119.)

Regelung mittels Stromrichter auf der Primärseite von Einphasentransformatoren kleiner Leistung. — Es ist unter Umständen bei der Regelung kleiner Leistungen von wirtschaftlicher Bedeutung, mit einanodigen Stromrichtern auszukommen, wie sie insbesondere Glühkathoden-Gasentladungsgefäße darstellen. W. Schilling zeigt, daß die Regelung einer Wechselleistung mit einanodigem Stromrichter auf der Primärseite eines Einphasentransformators möglich ist, wenn man diesen mit Luftspalt ausführt. Es werden Berechnungsunterlagen für diese Art der Regelung gegeben und in Vergleich zur „zweianodigen" Regelung gestellt. Zugleich wird gezeigt, daß der Stromrichter sich durchaus unterscheiden kann von einem Schalter, der über gleiche Teile der Periode den Verbraucher mit dem Netz verbindet. (W. Schilling, Arch. Elektrotech. Bd. 29, H. 1, S. 33.)

Beleuchtung.

Kleine Quecksilberdampflampen in Gleichrichterschaltung. — Die bekannte Cooper-Hewitt-Lampe konnte bisher nur in Einheiten von 300 W oder mehr benutzt werden, wenn sie einen wirtschaftlichen Betrieb ergeben sollte. Kleinere Einheiten sind jedoch für viele Zwecke sehr erwünscht, insbesondere wenn man Quecksilberlicht mit Glühlampenlicht mischen will. Eine aus der Cooper-Hewitt-Schaltung entwickelte Schaltung

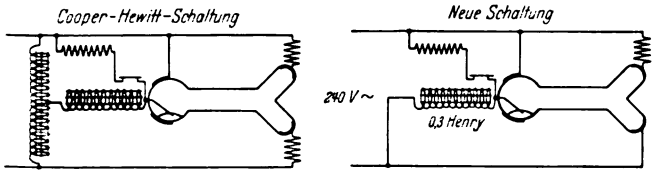


Abb. 3. Schaltung von Quecksilberdampflampen.

(Abb. 3), die hauptsächlich durch das Fehlen des Transformators und eine geeignete Bemessung der Drossel gekennzeichnet ist, gestattet es, auch 150- und 200 W-Cooper-Hewitt-Lampen wirtschaftlich zu betreiben. (L. J. Buttolph, Gen. electr. Rev. Bd. 37, S. 328.) *M. W.*

Fortschritte der Beleuchtungstechnik. — Einen Einblick in die Entwicklungsrichtung des heutigen Beleuchtungskörperbaues und in die Lösung neuer Beleuchtungsprobleme gaben zwei Vorträge auf der Gausitzung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft vom 15. XI. 1934. W. Glathe gab einen Überblick über die „künstlerische und lichttechnisch richtige Gestaltung des neuzeitlichen Beleuchtungskörpers", der durch eine den lichttechnischen Anforderungen von Blendungschutz und richtiger Lichtverteilung entsprechende einheitliche künstlerische Formgebung gekennzeichnet ist.

E. Summerer zeigte in seinem Vortrag über „Die neuzeitliche Anwendung des künstlichen Lichtes", daß die Entwicklung auf diesem Gebiet, abgesehen von der durch wirtschaftliche Gesichtspunkte bestimmten Steigerung der Lichtleistung, vor allem gekennzeichnet ist durch die Eingliederung der Lichtanlage in die Architektur und durch weitgehende Anpassung der Beleuchtung an die Erfordernisse des Arbeitsvorgangs. Einen nicht geringen Anteil hat dabei die Erzeugung lichttechnisch hochwertiger Baustoffe, vor allem der Beleuchtungsgläser, bei denen die Gleichmäßigkeit der Herstellung ständig verbessert werden konnte. Dazu kommen die neuen von der Industrie entwickelten lichttechnischen Baustoffe, die dem Architekten und dem Lichtingenieur ständig neue Möglichkeiten eröffnen. Der Vortragende erläuterte die Anwendung dieser Grundsätze bei der Schaufensterbeleuchtung, bei Flutlicht- und Gartenbeleuchtungsanlagen sowie für die Beleuchtung von Kirchen, Wohnungen und gewerblichen Räumen.

Die wissenschaftliche Forschung hat in letzter Zeit neue Lichtquellen geschaffen, die ebenfalls eine wertvolle Bereicherung für die praktische Lichttechnik darstellen. In der Lichtreklame werden die Natriumdampflampen für die Anleuchtung von Firmenschildern und die Durchleuchtung von Transparenten benutzt. Das gute Durchdringungsvermögen des Na-Lichts für Dampf und Staub wird z. B. bei der Beleuchtung von Gießereien ausgenutzt. Die Quecksilber-Hochdrucklampen werden u. a. für Flutlichtanlagen und zur Beleuchtung von Grünflächen und Baumgruppen verwendet. Ein weiteres Anwendungsgebiet bietet sich ihnen in der Industrie- und Straßenbeleuchtung. Während die Natriumdampflampen wegen ihres monochromatischen Lichtes hauptsächlich für Ausfallstraßen und Autobahnen geeignet sind, kommen Quecksilber-Hochdrucklampen, z. T. in Verbindung mit Glühlampenlicht, auch für die Beleuchtung der Innenstadt in Frage. Eine zweckmäßige Anordnung bei breiten Straßen ist z. B. die Beleuchtung der Fahrbahnen mit Quecksilber-Hochdrucklicht, während die Gehbahnen mit Glühlampen beleuchtet werden. Ein Mischungsverhältnis des Quecksilber- und Glühlampenlichts von 1 : 1 ergibt eine Beleuchtung, deren Lichtfarbe auch den höchsten Ansprüchen bezüglich natürlicher Farbwiedergabe entspricht und in der Wirtschaftlichkeit der reinen Glühlampenbeleuchtung erheblich überlegen ist. (W. Glathe, E. Summerer, Vorträge Dtsch. Lichttechn. Ges. am 15. XI. 1934.) *Frh.*

Elektrowärme.

Große Elektrokessel für die Erzeugung von Betriebsdampf in Italien. — Da von 1929 an viele italienische Elektrizitäts-Gesellschaften großen Energieüberschuß hatten, wurden viele Elektrokessel erstellt. Mit Rücksicht darauf, daß die neuzeitlichen feuergeheizten Röhrenkessel mit Vorwärmer und Überhitzer einen Wirkungsgrad von 85 % haben und die Elektrokessel von 95 bis 99 %, kann man annehmen, daß 1 kWh rd. 205 bis 165 g Kohle gleichkommt. Diesem Umstande muß demnach der Strompreis angepaßt werden, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Elektrokessel Vorteile durch einfachere Bedienung und Personalersparnis haben. A. Brambilla hat die verschiedenen Kesselsysteme mit Erklärungen einander gegenübergestellt und beschreibt 9 Kesseleinheiten von je 7500 kW in oberitalienischen Baumwollspinnereien und Papierfabriken. Es handelt sich um Sulzer-Kessel, von denen 4 direkte Verbrauchsdampferzeugung im Elektrokessel haben, während die übrigen den Sulzerschen Dampftransformator verwenden, bei dem der Elektrokessel mit destilliertem Wasser gespeist ist und der daraus erzeugte Dampf Röhren durchfließt, die sich in einem anderen Kessel befinden. Die Wärme wird an das den Betriebsdampf liefernde Wasser abgegeben, während der Heizdampf kondensiert und in den Elektrokessel zurückfließt. Die Betriebspannungen in den beschriebenen Anlagen sind 6000 und 11 000 V, der Druck 8 bis 10 at. (A. Brambilla, Elettrotecn. Bd. 21, S. 741 u. 771.) *Rtz.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Dieselelektrische Triebwagen der Niederbarnimer Eisenbahngesellschaft AG. — Im vergangenen Sommer stellte die Niederbarnimer Eisenbahngesellschaft AG. zwei dieselelektrische Triebwagen ein, von denen der eine 35 t Dienstgewicht, 225 PS$_e$ Dieselmotorleistung, 2 zweiachsige Drehgestelle und 85 Sitzplätze, der andere 20 t, 120 PS$_e$, 2 Achsen und 56 Plätze hat. Die elektrische Ausrüstung wurde so entworfen, daß trotz des bedeutenden Leistungsunterschiedes beide Wagen auch zusammengekuppelt von einem Führerstand aus gefahren werden können. So läßt sich ein Zug von 120 t Gesamtgewicht, der mit 60 km/h Höchstgeschwindigkeit fahren kann, bilden. Der große Wagen allein befördert mit 2 Beiwagen und gleicher Höchstgeschwindigkeit 250, der kleine 150 Fahrgäste. Die Steuerung erfolgt in der bekannten Leonardschaltung. Die Bahngesellschaft konnte durch Einstellung der beiden Fahrzeuge die Zugfolge um 33 % verdichten, die Fahrzeit gegenüber den Dampfzügen um 20 % vermindern. Sie verbindet einen industriereichen nördlichen Vorort Berlins, Reinickendorf, mit einer wald- und seenreichen Landschaft, die von Ausflüglern viel besucht und immer dichter besiedelt wird; sie hat daher wochentags den bekannten Berufstoßverkehr, Feiertags Wochenendverkehr zu bewältigen. Der letztere muß vorläufig noch durch Dampfzüge unterstützt werden, aber die

Digitized by Google

Verwaltung hofft auf Grund der bisherigen guten Betriebsergebnisse, später den gesamten Personenverkehr auf Triebwagen umstellen zu können. (Verkehrstechnik, Bd. 15, S. 438.) *Tf.*

Dieselelektrische Schnelltriebwagen in Frankreich. — Beim Entwurf der elektrischen Ausrüstungen für Schnelltriebwagen der französischen Nordbahn und der Bahn Paris—Lyon—Méditerrannée ist das Hauptaugenmerk weniger auf eine bei veränderlicher Zugkraft streng durchzuführende Leistungsausnutzung des Dieselmotors gelegt, sondern auf möglichst einfache Schaltanordnung und geringes Gewicht der elektrischen Ausrüstung. Im Prinzip umfaßt eine solche elektrische Ausrüstung auf einen Dieselsatz einen Gleichstromgenerator für Batterie- und Selbsterregung, d. h. ohne besondere Erregermaschine, die dem betreffenden Dieselsatz zugeteilten Motoren und einen Feldregelungswiderstand, ferner im Fahrzeug: eine Sammelbatterie, die auch als Anwurfsbatterie für die Dieselsätze dient, endlich die zwei Steuerschalter. Diese haben nur zwei Betätigungshebel, wovon der eine für den Fahrrichtungswechsel und das Abstellen der Dieselgruppen dient, während der andere Hebel die sogenannte Fahrwalze mit 12 Stellungen betätigt. Die ersten zwei Stellungen dieser Walze dienen für den Anwurf der Dieselgruppe und der Batterieladung, die übrigen 10 Stufen zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit. Da die gewählte Schaltanordnung selbsttätig auf praktisch konstante volle Dieselleistung regelt, sind keine elektrischen Meßinstrumente im Führerstand notwendig. Die erzielten Beschleunigungen und Reisegeschwindigkeiten stehen denjenigen, die mit verwickelten Steuerungen und Regelsystemen erreicht werden, keineswegs nach.

Für die Paris—Lyon—Méditerrannée-Bahn sind noch weitere Ausrüstungen für dieselelektrische Schnelltriebwagen von 300 PS und 600 PS im Bau. Die ersteren werden so gebaut, daß sie sowohl einzeln als in Doppelzugschaltung verkehren können, d. h. mit Steuerung vom Führerstand des vorderen Wagens aus. Die Triebwagen von 600 PS, d. h. mit zwei Dieselsätzen auf einem Fahrzeug, sollen dagegen nur in Einzelschaltung mit oder ohne Anhängewagen verkehren. Die von diesen Triebwagen verlangte Höchstgeschwindigkeit ist 110 km/h. *f.*

Bremsschaltung der Londoner Post-Röhrenbahn. — Bei den Bahnen, die mit unbemannten, sich selbsttätig steuernden Fahrzeugen, also zu Materialförderungen, betrieben werden, wird die Bedienung umständlich, wenn nicht jeder Wagen genau an der dafür vorgesehenen Stelle zum Anhalten kommt. Die Lösung dieser wichtigen Aufgabe ist insbesondere dann schwierig, wenn Geschwindigkeit und Belastung der einzelnen Züge nicht immer die gleichen sind. Bei der Londoner Post-Röhrenbahn befriedigt folgende Anordnung: Die mit Ferodo-Bremsbelag versehenen Bremsklötze werden durch eine Feder an den Radkranz gedrückt und durch einen mit den Fahrmotoren in Reihe liegenden Bremslüftmagneten außer Tätigkeit gesetzt, wie es bei derartigen Bahnen üblich ist. Vor der Haltestelle durchläuft zunächst der mit etwa 40 bis 56 km/h ankommende Zug eine Steigung 1 : 20, auf der die Stromschiene spannungslos ist. Die Motoren werden also stromlos, die Bremslüftmagnete fallen ab, die Bremsklötze legen sich an und der Zug bleibt stehen. Nach wenigen Sekunden erhält jedoch die Stromschiene 440 V Spannung durch Vermittlung eines Relais mit Zeitverzögerung, der Zug setzt sich wieder in Bewegung und läuft nun in einen Abschnitt, der mit 150 V gespeist ist. Hier kommt er nur auf etwa 14 km/h und läuft damit in das Haltestellengleis ein. Dort ist die Stromschiene wieder spannungslos, und der Zug bleibt stehen. Es hat sich nun gezeigt, daß die Züge sehr genau an der vorgeschriebenen Stelle halten, wenn die Bremseinrichtung sorgfältig überwacht wird. Vor allem werden Anzugs- und Haltestrom der Bremslüftmagnete und die Charakteristik der Bremsfeder nachgeprüft. (Engineering Bd. 138, S. 438.) *Tf.*

Magnet-Schienenbremsen. — Ein neues Anwendungsgebiet der magnetischen Schienenbremsen bot sich beim Bau der in den letzten Jahren in großer Anzahl in den meisten Kulturstaaten aufkommenden Schnelltriebwagen. Abb. 4 zeigt ein Drehgestell der vierachsigen Triebwagen der Städtischen Straßenbahn Zürich, ausgerüstet mit magnetischen Schienenbremsen für eine senkrechte Abreißkraft von 5000 kg auf den Bremsschuh bzw. 20 000 kg auf das Fahrzeug bezogen. Diese Bremsausrüstung dient hier als Notbremse für die mit Bruttogewichten von rd. 50 t auf Steigungen bis 80 ‰ verkehrenden Straßenbahnzüge. Die zugehörigen Anhängewagen sind mit je 2 Schienenbremsen von rd. 4200 kg senkrechter Abreißkraft ausgerüstet.

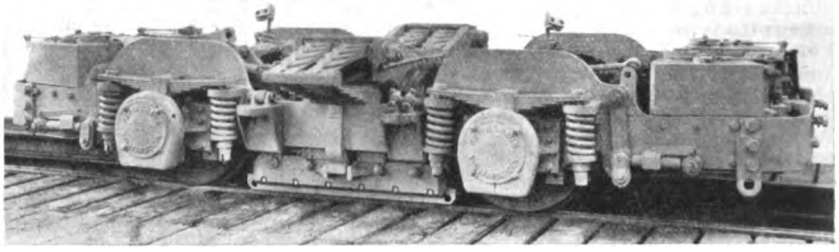


Abb. 4. Drehgestell mit eingebauten Schienenbremsen.

Für Schnelltriebwagen wird eine andere Bauart von Schienenbremsen angewandt. Abb. 5 zeigt z. B. die Bauart von Schienenbremsen bei 13 000 kg senkrechter Abreißkraft, wie sie für Anfangsgeschwindigkeiten von 120 bis 160 km/h nötig werden. Für gewisse Betriebsverhältnisse werden noch höhere Abreißkräfte bis 18 000 kg je Bremsschuh verlangt, z. B. dann, wenn es sich darum handelt, auch auf Gefällen bei hohen Anfangsgeschwindigkeiten den Zug auf verhältnismäßig kurzen Bremswegen zum Stillstand zu bringen. *f.*

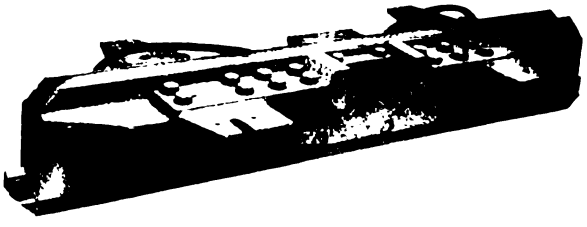


Abb. 5. Schienenbremse mit einer senkrechten Abreißkraft von 13 000 kg.

Fernmeldetechnik.

Ultraschallmethode zur Bestimmung der Richtcharakteristiken von Schalltrichtern. — Die Ausbreitung des Schalles aus Trichtern ist ein reines Beugungsproblem; man kann daher die Richtcharakteristik eines Schalltrichters für irgendeine Tonfrequenz bestimmen, indem man das Strahlungsdiagramm an einem kleineren, geometrisch ähnlichen Modell bei im reziproken Verhältnis vergrößerter Frequenz aufnimmt. Die Anwendung dieses „Ähnlichkeitsprinzips" bietet mancherlei praktische Vorteile; so können vor allem an kleinen Modellen mit verhältnismäßig geringem Aufwand streng vergleichbare systematische Versuche angestellt werden. Als Schallquelle benutzt St. Goldman, der dieses Verfahren entwickelt hat, einen magnetostriktiv erregten Stab aus Monelmetall. Der Strahler ist in einem Metallkasten untergebracht, der eine kreisrunde Öffnung besitzt, über die die zu untersuchenden Trichtermodelle befestigt werden; das eine Ende des schwingenden Stabes ragt dabei bis nahe an den Trichterhals heran. Auch das Mikrophon, das zur Aufnahme der Richtcharakteristiken dient, beruht auf dem magnetostriktiven Prinzip; es ist sehr genau auf die Frequenz der Schallquelle abgestimmt. Durch weitere akustische und elektrische Abstimmittel wird die Selektivität der Empfangsanordnung aufs äußerste gesteigert. Messungen an zwei geometrisch ähnlichen Modellen, deren Abmessungen im Verhältnis 3 : 5 standen, mit den Frequenzen 25 000 bzw. 15 000 Hz, ergaben fast vollständig übereinstimmende Polardiagramme. Nennenswerte Abweichungen fanden sich nur bei größeren Winkelabständen von der Symmetrieachse, eine Beobachtung, die wahrscheinlich nicht auf irgendwie

Digitized by Google

beschränkte Gültigkeit des Ähnlichkeitsatzes, sondern auf geringfügige Abweichungen von der Ähnlichkeitsbeziehung der Modelle zurückzuführen ist. Die systematischen Versuche erstreckten sich über parabolische, exponentielle und konische Trichter. Die Modelle waren so gebaut, daß für jede Serie alle Daten bis auf die Länge konstant blieben. Es war zu erwarten, daß ein Paraboloid, in dessen Brennpunkt die Schallquelle sich befindet, nahezu ebene Wellenzüge entsendet; tatsächlich ergab ein Trichter von parabolischem Längsschnitt ein Polardiagramm, das mit dem theoretisch für eine Kolbenmembran vom Querschnitt der Öffnung dieses Trichters errechneten Diagramm gut übereinstimmt. Konische und erst recht exponentielle Trichter geben den Schall in konvex gebogenen Wellenflächen ab; dementsprechend ist die Abstrahlung weniger gerichtet als bei Paraboltrichtern. Diese Ergebnisse, zu denen sich zahlreiche andere gesellen, die hier nicht genannt werden können, sind an sich nicht neu und überraschend; doch zeigen sie deutlich die Brauchbarkeit des neuen Verfahrens, mit dessen Hilfe die Strahlungsverhältnisse auch an bisher weniger untersuchten Trichterformen, wie z. B. den asymmetrischen, gut untersucht werden können. (St. Goldman, J. acoust. Soc. Amer. Bd. 5, S. 181.) *Gff.*

Fernschreibverkehr bei den Siemens-Firmen. — Zur Abwicklung des umfangreichen Nachrichtenverkehrs, der sich bei industriellen Werken zwischen dem Stammhause und den Außenvertretungen ergibt, ist bei den Siemens-Firmen in großem Maße von der neuzeitlichen Fernschreibtechnik Gebrauch gemacht. Es sind hierbei alle durch Postbestimmungen zugelassenen Möglichkeiten verwendet, so daß die Beschreibung dieses Fernschreibnetzes, das die Werke in Berlin und in Nürnberg, die größten technischen Büros in Deutschland, sowie bereits zwei Vertretungen im Auslande, in Brüssel und im Haag, miteinander verbindet, von allgemeinem Interesse ist. Für die Planung von anderen Fernschreibanlagen sind dieselben Gesichtspunkte wie für die vorliegende Anlage maßgebend. Es sind folgende Fernschreibverbindungen eingerichtet:

1. Fernschreib-Dauerverbindungen. Für die Einrichtung sind an die Reichspost zu zahlen eine einmalige Einrichtungsgebühr und monatlich laufende Gebühren, die Gebühren in Abhängigkeit von der Entfernung der beiden miteinander verbundenen Orte. Dafür steht die Verbindung für dauernden Betrieb ununterbrochen dem Teilnehmer zur Verfügung. Diese Verbindungen kommen in Frage, wenn zwischen zwei Stellen ein besonders umfangreicher Nachrichtenverkehr besteht, so daß sich die festen Gebühren lohnen. Bei weniger umfangreichem Verkehr können die Verbindungen auch für täglich zwei oder mehr im voraus festzusetzende Betriebstunden gemietet werden gegen entsprechend geringere Miete.

2. Anschlüsse an das öffentliche Fernschreibnetz. Abgesehen von einer geringen monatlichen Anschlußgebühr (entsprechend der Gebühr für einen Telephonhauptanschluß) erfolgt die Berechnung der Gebühren für die einzelnen Verbindungen nach der Zeitdauer (wie für Ferngespräche), jedoch zu Sätzen, die etwa halb so hoch liegen wie in der Telephonie. Daher Anpassung der Kosten an den Verkehrsumfang. Außerdem hierbei Verkehrsmöglichkeiten mit allen anderen Fernschreibteilnehmern, auch im Ausland. Rasche Herstellung der Verbindungen durch Selbstwahl. Teilnehmer in Orten, wo noch keine Fernschreibzentrale vorhanden, können an die nächstgelegene Zentrale als Fernteilnehmer angeschlossen werden. Zur Zeit in Betrieb: die Zentralen Berlin und Hamburg[1]), weitere Zentralen werden in nächster Zeit im Rheinland errichtet.

3. Fernschreibverkehr auf Telephonleitungen. Für Orte, die noch nicht an das öffentliche Fernschreibnetz angeschlossen werden können, besteht die Möglichkeit, mit Hilfe eines Zusatzgerätes über das Telephonleitungsnetz fernzuschreiben. Verbindungen werden zunächst telephonisch hergestellt, dann erfolgt das Umschalten auf die Fernschreibmaschinen. Die Gebühren werden ebenfalls nach Zeitdauer der einzelnen Verbindungen, jedoch im Gegensatz zu 2 in derselben Höhe wie für Telephonverbindungen berechnet. (R. Jost, Siemens-Z. Bd. 15, S. 12.) *Sb.*

Experimentelle Untersuchungen des beim Funkpeilen störenden Nachteffekts. — Die Bestimmung der Richtung (Peilung), aus der die Zeichen eines Senders zum Empfänger gelangen, läßt sich mit gewöhnlichen Drehrahmen und Goniometern durch Bestimmung des Empfangsminimums ausführen. Es zeigt sich, daß nachts starke Fehlpeilungen auftreten können, die nach der Theorie von Eckersley hauptsächlich durch anormale Polarisation des an der Heavisideschicht reflektierten Wellenzuges entstehen. Eine Antennenanordnung, die diese Fehlpeilungen nahezu vermeidet, ist das Adcock-System[1]). G. Borkowetz beschreibt ein selbsttätiges Peilverfahren. 12 bis 153 Peilungen werden je Minute ausgeführt und die Empfangsminima zwangläufig mit der Drehung des Rahmens bzw. der Goniometerspule auf einem chemischen Funkbildschreiben verzeichnet. Die Versuche wurden in der Zeit von 2½ Jahren ausgeführt und dabei etwa 1 000 000 Peilungen aufgezeichnet. Die Peilstrahlschwankungen bei 1400 bis 2000 m Wellenlänge beginnen 1 bis 2 h vor Sonnenuntergang und hören etwa ½ bis 1 h nach Sonnenaufgang wieder auf. Verbunden mit Fehlpeilungen sind meist ausgesprochene Schwundzeiten zu beobachten. Die Dauer großer Peilfehler von ± 90 ° beträgt von wenigen Minuten bis gelegentlich mehreren Stunden. Derselbe Sender, an verschiedenen, etwa $^1/_{10}$ Wellenlänge voneinander liegenden Peilstellen aufgezeichnet, zeigt identische Schwankungen, während bei großen Abständen der Peilstellen (etwa 15 Wellenlängen) keinerlei Ähnlichkeit der Registrierstreifen mehr feststellbar ist. Zwei Sender am gleichen Ort und auf annähernd gleicher Wellenlänge zeigen am Empfangsort völlig verschiedene Schwankungen der Peilung, und wenn beide an verschiedenen Stellen gepeilt werden, zeigt sich auch zeitlich ein verschiedener Beginn des Schwankens. Bei normalen Rundfunkwellen (260 bis 680 m) erfolgen die Peilstrahlschwankungen wesentlich rascher, große Fehler von ± 90 ° treten etwa zehnmal so oft auf wie bei langen Wellen, doch bleibt zwischendurch die Tagespeilung oft erkennbar. Die Peilschwankungen zeigt der Verfasser an einer großen Zahl von Registrierstreifen.

Eine weitere Arbeit von A. Hagen untersucht Antennengebilde auf ihre Wirksamkeit gegen den Nachteffekt, die Zusammenhänge zwischen Peilstrahlschwankung und Energieschwankung und den Einfallswinkel der indirekten Strahlung. Bei den Adcock-Antennen zeigen sich nachts wie tags nur sehr geringe Richtungschwankungen, auch die Energieschwankungen sind klein. Als Nachteil dieser Antennenart nennt der Verfasser nur die verhältnismäßig geringe Energieaufnahme. Registrierungen mit Schrägrahmen ergaben, daß die Raumwelle nahezu senkrecht einfällt. Untersuchungen an zwei waagerechten Dipolen, von denen der eine auf den Sender zu zeigt (Längsdipol), der andere quer dazu steht (Querdipol), und an einem Senkrechtdipol zeigen, daß gleichzeitig mit Peilfehlern von ± 90 ° eine Energieabnahme im Senkrecht- und im Längsdipol unter den Tageswert und eine Zunahme der Energie im Querdipol erfolgt. Als allgemeingültig wird angegeben, daß, wenn die Energie im Längs- oder Senkrechtdipol unter den Tageswert sinkt, Fehlpeilungen von mehr als ± 90 ° auftreten.

Bei der Prüfung des Knall-Peilverfahrens, bei dem der Sender Punkte von 1 s Dauer bzw. Striche von 6 s Dauer aussandte, wurden ebenfalls Fehlpeilungen festgestellt. Um anormale Polarisationen zu vermeiden, wurde ein Rahmenpeiler auf einer 190 m² großen leitenden Fläche aus Zinkblech aufgestellt und erwiesen, daß die Peilfehler hierdurch um 12 bis 18 % geringer werden als bei einem gleichen Rahmenpeiler ohne diese leitende Fläche. (G. Borkowetz, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 44, S. 174; A. Hagen, ebda. S. 181.) *Hze.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Änderung der Permeabilität bei Wärmebehandlung im magnetischen Feld — Wenn Permalloy[2]), eine Nickel-Eisen-Legierung mit 78,5 % Nickel, etwas über den Curiepunkt von 585 ° erhitzt wird und dann in einem magnetischen Feld geeigneter Größe langsam abgekühlt wird, so erhält man eine größte Permeabilität von 140 000. Das ist dieselbe Größenordnung, die man bei rascher Abkühlung ohne magnetisches Feld erhält. Das Verfahren kann vorteilhaft bei Körpern von solcher Größe angewandt werden, daß sie nicht mehr rasch und gleichmäßig genug abgekühlt werden können. Ein Permalloyzylinder von 30,5 cm Länge, 5,1 cm Dmr. und 0,6 cm Dicke, der als magnetischer Panzer gebraucht wurde, erhielt bei der gebräuchlichen Behandlung eine größte Permeabilität von 9000. Bei Abkühlung in einem magnetischen Feld wurde dagegen eine größte Permeabilität von 111 000 erreicht. Als geeignetste Behandlung für das untersuchte Permalloy erwies sich folgende: Erhitzen

[1]) ETZ 55 (1934) S. 111.

[1]) S. a. ETZ 52 (1931), S. 1580.
[2]) Vgl. ETZ 48 (1927) S. 85.

Digitized by Google

auf 600 °, Anlegen eines magnetischen Feldes von geeigneter Größe, Abkühlen auf 550 °, Aufrechterhaltung dieser Temperatur für eine Zeit von 5 h, Abkühlen auf 300 ° oder tiefer und Abschalten des Feldes. (G. A. Kelsall, Physics Bd. 5, S. 169.) *Br.*

Hochfrequenzverluste und Molekülstruktur. — Nach der Dipoltheorie wird die anomale Dispersion in Flüssigkeiten im Gebiet kurzer elektrischer Wellen dadurch erklärt, daß die Moleküle derjenigen Substanzen, welche den Effekt zeigen, polar sind, und daß die Orientierung dieser Moleküle durch das Feld eine bei hohen Frequenzen merklich werdende Zeit beansprucht. Dadurch entsteht zwischen Feldstärke und Polarisation eine Phasendifferenz, und diese bedingt eine Absorption. Zur Abschätzung der Relaxationszeit kann man die Verluste direkt messen. Dazu bildet der Verfasser das Kalorimeter als Thermometergefäß aus, in welches zwei Kondensatorplatten eingeschmolzen sind. Die Steiggeschwindigkeit der Flüssigkeiten in der Kapillaren dient als Maß für die Verluste. Die Platten sind mit einem 3,7 m-Sender gekoppelt. Flüssigkeiten mit unpolaren Molekülen zeigen keine Verluste. Bei drei untersuchten Flüssigkeiten mit polaren Molekülen (Orthodichlorbenzol, Nitrobenzol, Chloroform) berechnen sich aus den Verlusten Relaxationszeiten von der Größenordnung 10^{-12} s. Das Dispersionsgebiet ist also bei den untersuchten Lösungen in einem Wellenlängenbereich von der Größenordnung einiger Millimeter. (P. Debye, Physik. Z. Bd. 35, S. 101.) *ue.*

Der Schroteffekt in Isolatoren. — Haworth und Bozorth haben die Schwankungen des Stromes untersucht, der einen Isolator bei Anlegen eines konstanten elektrischen Feldes durchfließt. Der Strom durchfloß außer dem Isolator einen Widerstand; die Spannungsschwankungen an den Enden des Widerstandes wurden verstärkt und der verstärkte Strom mit Thermokreuz und Galvanometer gemessen. Den Stromschwankungen im Isolator überlagern sich die Schwankungen, die durch die Wärmebewegung der Elektronen in dem vorgeschalteten Widerstand hervorgerufen werden (Johnson-Effekt) und die für sich gemessen werden können. Die Theorie des Schroteffekts[1]) erlaubt, aus den Stromschwankungen die durchschnittliche Zahl von Elementarladungen zu berechnen, die gleichzeitig an den Elektroden entladen werden. In Glas nimmt diese Zahl exponentiell von 1 bei kleinen Feldern bis zu etwa 10^6 bei Feldern kurz vor dem Durchschlag zu. Diese Ergebnisse unterstützen die Theorie, nach der der elektrische Durchbruch auf Elektronenlawinen zurückzuführen ist, die sich durch Stoßionisation in den Durchbruchskanälen bilden. Auch die Stromschwankungen bei kleineren Feldern sind durch solche Lawinen zu erklären, die aber kleiner sind und daher für einen Durchschlag nicht ausreichen. (F. E. Haworth u. R. M. Bozorth, Physics Bd. 5, S. 15.) *Br.*

Hochspannungstechnik.

Über den Entladeverzug in Öl bei kleinen Schlagweiten. — Der Entladeverzug in Öl wird mit dem Zeittransformator[2]) bei einer Schlagweite von 0,3 mm untersucht. Bei rechteckigem Spannungsanstieg und unendlich langem Rücken der Stoßspannung kann man den Entladeverzug der Entladestrecke in zwei Zeitabschnitte einteilen: der eine Zeitabschnitt σ_1 gibt die Zeit an, während der bei gegebener Höhe der Stoßspannung und bei gegebener Ölfestigkeit keine Durchschläge mehr möglich sind, er stellt also die kürzest mögliche Aufbauzeit der Entladung dar; der andere Zeitabschnitt dagegen erfaßt die Zufälligkeiten im Entladungsaufbau und die damit verbundenen Verzögerungen des Durchschlags der Entladestrecke; der Mittelwert σ_2 dieses Zeitabschnittes sei mit mittlerer Streuzeit des Entladeverzugs bezeichnet und ist gegeben durch $\sigma_2 = \frac{\sum \tau}{n} - \sigma_1$, wenn $\sum \tau$ die Summe der einzelnen Entladeverzugszeiten τ und n die Anzahl der Einzelversuche bedeuten. Die Aufbauzeit der Entladung nimmt mit zunehmender Überspannung rasch ab. Während aber bei hohen Stoßspannungen (Feldstärke im Entladungsraum $> 10^6$ V/cm) kein Unterschied in der Aufbauzeit zwischen trockenem und wasserhaltigem Öl vorhanden ist, wird die Aufbauzeit bei niedrigerer Überspannung um so kleiner, je wasserhaltiger das Öl ist. Dieselbe Gesetzmäßigkeit zeigt auch die mittlere Streuzeit des Entladeverzugs. Während aber die Aufbauzeit unabhängig vom Elektrodenstoff ist, zeigt die mittlere Streuzeit eine ausgeprägte Abhängigkeit vom Elektrodenmetall. Das Elektrodenmetall mit der geringeren Elektrodenaustrittsarbeit bewirkt eine geringere mittlere Streuzeit des Entladeverzugs. Aufbauzeit und mittlere Streuzeit sind zwischen 20 ° und 80 ° temperaturunabhängig. Gleichförmiges und Spitzenfeld ergeben denselben Charakter der Entladeverzugskurven. Während jedoch bei niedriger Stoßspannung die Kurven des Spitzenfeldes sich denjenigen des gleichförmigen Feldes nähern, liegen die Entladeverzugskurven des gleichförmigen Feldes bei höherer Stoßspannung bis zu 3 Größenordnungen niedriger als für das Spitzenfeld. In den Abb. 6 a und b sind die Meßergebnisse wiedergegeben, die für Kupferelektroden erhalten wurden. Als Abszisse sind Aufbauzeit σ_1 und mittlere Streuzeit σ_2 aufgetragen, als Ordinate die Höhe der rechteckigen Stoßspannung in % der statischen Durchbruchspannung. Außer den Kurven für Öl sind die aus früheren Arbeiten[1]) für Kupferelektroden in Luft von Atmosphärendruck erhaltenen Kurven für die mittlere Streuzeit σ_2 eingezeichnet. Bei den Luftmessungen war die Aufbauzeit σ_1 so klein, daß sie nicht mehr mit Sicherheit bestimmt werden konnte (sie lag unter 10^{-8} s), daher ist sie in den Abbildungen nicht mit eingetragen. Die Abbildungen zeigen, daß die Aufbauzeit der Entladung in Öl im ungünstigsten Fall mindestens eine halbe Größenordnung höher liegt als in Luft. Dies ist technisch von außerordentlicher Bedeutung, da ja die Aufbauzeit diejenige Zeit darstellt, während der ein Spannungsstoß auf das Öl

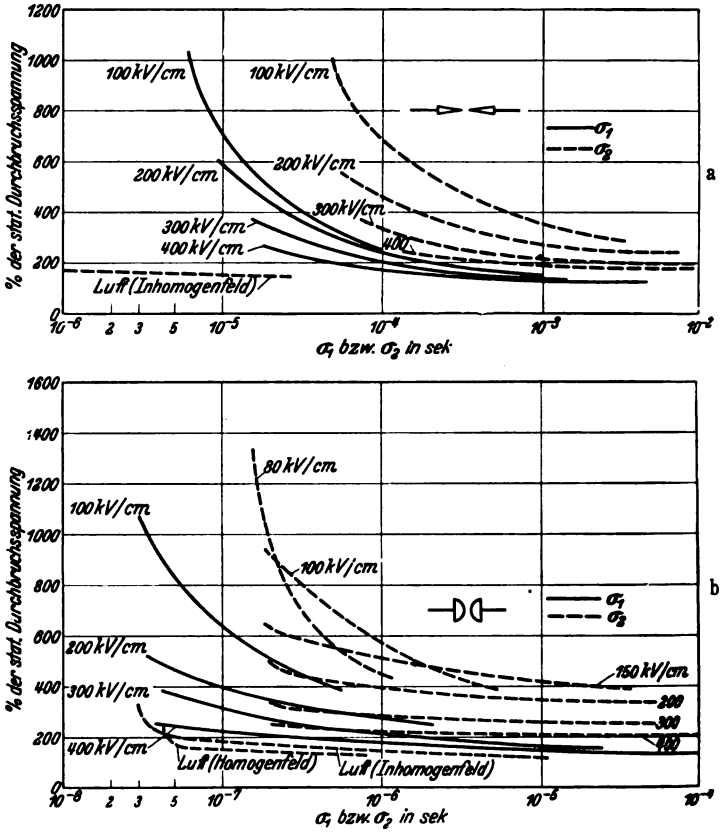


Abb. 6. Abhängigkeit der Aufbauzeit σ_1 und der mittleren Streuzeit σ_2 von der Höhe der Stoßspannung in Prozent der statischen Durchbruchspannung für verschiedene Werte der statischen Durchbruchfeldstärke im gleichförmigen Feld (a) und im ungleichförmigen Feld (b).

[1]) Die Bezeichnung stammt von Schottky, Ann. Physik 57 (1918), 68 (1922) S. 157. Die ursprünglich für die Unregelmäßigkeiten der Emission von Gleitelektronen geprägte Bezeichnung wird jetzt auch für ähnliche Schwankungserscheinungen gebraucht.

[2]) M. Steenbeck u. R. Strigel, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 871.

[1]) R. Strigel, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 131 u. 377.

Digitized by Google

einwirken darf, ohne daß ein Durchschlag des Öles erfolgen kann. Weiter lassen die Abbildungen auch erkennen, wie stark die Aufbauzeit der Entladung und damit auch die Stoßfestigkeit des Öles mit zunehmender statischer Durchschlagspannung abnimmt. — Die Ergebnisse der Arbeit deuten darauf hin, daß der Stoßdurchschlag bis herab zu 10^{-2} s durch Ionisierungsvorgänge bestimmt wird. (R. Strigel, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 11, S. 671.)

Über den Einfluß von Stoßspannungen auf die dielektrische Festigkeit von Transformatorenöl. — Ein Teil der Ursachen der Streuungen bei Messung der Durchschlagfeldstärke von Transformatorenöl mit Normalfrequenz ist im Versuch selbst durch ungleiche Versuchsbedingungen begründet. Zur Erreichung einwandfreier Meßergebnisse ist daher die Gleichheit der Versuchsbedingungen notwendige Voraussetzung. Darüber hinaus ist es aber auch wesentlich, daß das Öl durch längeres Stehenlassen vor dem Durchschlagversuch zur Ruhe gekommen ist. Als weiterer Grund für Streuwerte ist die Verschmutzung anzusehen, die beim Durchschlag durch Rußbildung eintritt und die sich in Verbindung mit der Einwirkung der Spannung allein schon so stark auswirkt, daß die Mittelwerte verschiedener Messungen weit voneinander abweichen. Zwischen dem Durchschlag mit Normalfrequenz und dem mit Stoßspannung besteht kein grundsätzlicher Unterschied. Bei beiden treten entsprechend der Zeitdauer und der Stromstärke des Durchbruchs Verbrennungen auf, die zur Verrußung des Öles führen. Da aber bei Stoß durch die schnelle Feldänderung die Rußbewegung nur sehr klein ist und im Gegensatz zu Normalfrequenz eine Brückenbildung zwischen den Elektroden nicht eintritt, so sind die Streuwerte geringer. Das Ergebnis der Versuche mit Stoß ist ähnlich dem mit Normalfrequenz, mit der Ausnahme, daß in einer Ölprobe fast beliebig viele Stoßspannungs-Durchschläge vorgenommen werden können, ohne daß die Durchschlagfeldstärke praktisch sinkt.

Durch mechanische Behandlung des Isolieröles (Filtrieren und Erwärmen) lassen sich die Streuwerte herabdrücken. Sie können aber bei Normalfrequenz-Durchschlägen selbst bei sorgfältig gereinigten und getrockneten Ölen und bei Beachtung aller Versuchsvorschriften 10 % betragen. Diese scheinbar durch die Natur des Öles gegebene „Reststreuung" läßt sich jedoch auf elektrischem Wege bis auf wenige Prozent (im ungünstigsten Falle 5 %) beseitigen, und zwar wird das zu untersuchende Öl vor dem eigentlichen Durchschlagversuch einer Reihe von Spannungstößen ausgesetzt, deren Scheitelhöhe unter der Durchbruchspannung liegt. Außerdem wird mit diesem Verfahren die Durchschlagspannung für Normalfrequenz von verunreinigten Ölen heraufgesetzt, d. h. ein Teil der mechanischen und thermischen Ölbehandlung kann durch elektrische ersetzt werden. (E. Scheu, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 3, S. 192.)

Untersuchungen über die physikalischen Vorgänge bei der Elektrofilterung. — Die in letzter Zeit in einem Elektrofilter-Laboratorium der Industrie erhaltenen Forschungsergebnisse über die physikalischen Grundlagen der Elektrofilterung werden von Mierdel und Seeliger zusammenfassend beschrieben. Der erste Teil der Arbeit befaßt sich mit der Gasentladungsphysik des Elektrofilters im engeren Sinne, während der zweite Teil die Wanderung und Abscheidung von Schwebeteilchen behandelt. — Bei der Betrachtung der elektrischen Verhältnisse im Filter muß man streng zwischen einem Filter in sauberem, d. h. staubfreiem Zustande und einem solchen unterscheiden, bei dem sowohl der im Gase schwebende, also noch abzuscheidende, als auch der bereits auf der Niederschlags-(Sammel-)Elektrode abgeschiedene Staub durch später noch näher zu beschreibende Wirkungen die Filterkennlinie maßgeblich beeinflussen. Es wird daher zunächst am reinen Filter bzw. an filterähnlichen Ersatzsprühstrecken eine Reihe von technisch interessierenden Fragen, wie z. B. Abhängigkeit der Sprühkennlinie und der Überschlagsspannung von Gasart, Temperatur, Gasgeschwindigkeit u. a. geklärt. Sodann werden die Verhältnisse bei Anwesenheit von Staub besprochen. Solange der Staub im Gase schwebt und durch Anlagerung von Ionen aufgeladen wird, wirkt er wegen seiner verhältnismäßig großen Raumladung drosselnd auf den Stromfluß im Elektrofilter ein. Diese Wirkung läßt sich zahlenmäßig erfassen und auch mit der Theorie in Einklang bringen. Sehr viel verwickelter liegen die Dinge bei dem zweiten hier behandelten Effekt, nämlich der Einwirkung des bereits abgeschiedenen und die Niederschlagselektrode in zusammenhängender Schicht bedeckenden Staubes auf die Filterkennlinie. Dieser Einfluß besteht zunächst einmal in der Erniedrigung der im Filterraum wirksamen Spannung, also auch der Feldstärke und damit der Abscheidewirkung infolge der an der Staubschicht abfallenden Spannung. Wird diese Spannung groß genug, so können Einzelentladungen von der staubbedeckten Niederschlagselektrode ausgehen, die je nach den vorliegenden Bedingungen entweder instabil sein können und zu einem Durchschlag des Filters bereits bei Spannungen führen, bei denen sonst noch eine ungestörte Koronaentladung besteht, oder auch als stabiles, sogenanntes positives Rücksprühen bestehen bleiben. Dieses Rücksprühen setzt die gesamte Stromaufnahme des Filters unter Umständen stark hinauf, namentlich deswegen, weil die positiven Ionen, die von dem Staubbelag ausgehen, die negative Raumladung der Korona wenigstens teilweise kompensieren; außerdem beeinträchtigt es die Filterwirkung in starkem Maße, weil die Schwebeteilchen sich durch Aufnahme positiver Ionen weitgehend entladen können. Beide dem Filterfachmann seit längerem bekannte Erscheinungen wurden in übersichtlichen Laboratoriumsversuchen näher untersucht und mit den Eigenschaften des Staubes, namentlich dessen Leitfähigkeit (Feuchtigkeitseinfluß!) in Beziehung gebracht. Bei Betrieb des Filters mit aussetzender Spannung, z. B. Halbwelle, läßt sich ein kapazitives Nacheilen des Stromes feststellen, hervorgerufen durch den Umstand, daß die Aufladung des „Staubkondensators" bis zum Durchbruch eine bestimmte Zeit erfordert. Weiterhin zeigt sich, daß der Staubsprühstrom keine reine Spitzenwirkung ist, sondern mehr eine Art Trichtereffekt, d. h, seine Entstehung den Poren und Rissen in der Staubschicht verdankt.

Was die Wanderung des Staubes im Elektrofilter und seine Abscheidung an der Niederschlagselektrode anbelangt, so lassen sich hier die Verhältnisse bereits quantitativ recht gut übersehen. Man kennt aus früheren experimentellen und theoretischen Arbeiten verschiedener Verfasser die Ladung, die die Schwebeteilchen — gekennzeichnet im wesentlichen durch ihren Radius — in der Ionenatmosphäre des Elektrofilters annehmen, und kann dann auch die Geschwindigkeit berechnen, mit der sie durch das elektrische Feld zur Niederschlagselektrode getrieben werden. Diese Wanderungsgeschwindigkeit bestimmt nun wieder zusammen mit den geometrischen Filterabmessungen die Abscheidewirkung. Umgekehrt läßt sich aus Messungen des Reinigungsgrades bzw. der Verteilung des Staubniederschlages im Filter in Richtung des Luftstromes die Wanderungsgeschwindigkeit der Teilchen errechnen und mit den theoretisch geforderten Werten vergleichen. Derartige schon früher beschriebene Versuche wurden auf das „nichtsprühende Filter" ausgedehnt, d. i. ein Filter, dessen Elektroden zwischen sich ein genügend homogenes Feld entstehen lassen, so daß eine Sprühentladung zwischen ihnen noch nicht einsetzen kann. Dabei werden die Teilchen durch ein besonderes Sprühfeld aufgeladen, in dem keine nennenswerte Abscheidung erfolgt. Auch diese Versuche liefern Wanderungsgeschwindigkeiten, die sich, so weit die Genauigkeit reicht, den theoretischen Werten eng anschließen. (G. Mierdel u. R. Seeliger, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 3, S. 149.)

Werkstatt und Baustoffe.

Spiegel und Folien aus Graphit. — H. Thiele hat ein Verfahren gefunden, nach dem man Graphitspiegel sowie größere ablösbare Graphitfolien bis zu 70 cm^2 bei Dicken von wenigen Hundertstel bis zu einigen Zehntel Millimeter herstellen kann. Das Graphit wird in Form der Graphitsäure in kolloidale Lösung gebracht (Mizellsol). Beim vorsichtigen Eintrocknen des Sol bilden sich porenfreie Graphitsäurefolien, die geordnet und bei Temperaturen von 100 bis 200 ° C in Graphit umgewandelt werden. Die Folien sind fest und gleichmäßig und lassen sich auf fast jeder beliebigen Unterlage anbringen. Ein Quadratzentimeter einer Folie von 0,04 mm Dicke besaß z. B. einen Widerstand von 4000 Ω; Belastbarkeit und Stete des Widerstandes sind nach den bisherigen Versuchen befriedigend. Dieser Graphit kann für Widerstände, Elektronenfenster, Lichtfilter, zum Leitendmachen von Oberflächen u. dgl. benutzt werden. (H. Thiele, Forschg. u. Fortschr. Bd. 10, S. 408.) *Wr.*

Die Erzielung glänzender Nickelüberzüge in Gegenwart von Kolloiden. — Durch Elektrolyse lassen sich glänzende Nickelüberzüge in Gegenwart von mineralischen oder von organischen Kolloiden erzielen, die sich entweder im Verlauf der Elektrolyse bilden oder bereits in der Lösung vorhanden sein können. Elektrolysiert man

Digitized by Google

eine Nickelsulfatlösung, die kleine Mengen von Chlor und Borsäure enthält, mit einer Kathode, auf der die Stromdichte von einem Punkt zum anderen merklich verschieden ist, so stellt man glänzende Zonen fest, die ihre Stelle wechseln, wenn man auch den Strom verändert. Auch der Säuregrad ist von Einfluß. Ein Bad mit 140 g $NiSO_4 \cdot 7H_2O$, 160 g $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, 30 g $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ und 30 g H_3BO_3 im Liter lieferte bei 40 ° und pH 5,7 mit 5 A/dm² mattes, mit 10 A glänzendes Nickel, während für pH 3,6 umgekehrt 5 A das Beste war. Da der pH-Wert im kathodischen Bereich in gewissen Grenzen mit der Stromdichte zunimmt, handelt es sich bei den glänzenden Zonen um solche, bei denen der pH-Wert niedriger ist als der Wert, der einen deutlichen Niederschlag von Hydroxyd oder von basischen Nickelsalzen herbeiführt. Man kann nun annehmen, daß der kathodische Bereich an diesen Stellen Hydroxyd oder basische Salze im kolloidalen Zustand enthält. Die Veränderung des Glanzes läßt sich durch Strahlung auf eine photoelektrische Zelle messen. Für eine gleiche Stromdichte und für eine gleiche Temperatur verändert sich der Glanz des Überzuges, indem er mit dem pH-Wert abnimmt, und zwar durchläuft er bei einem pH-Wert von 5 bis 5,5 ein Minimum, um dann wieder anzusteigen. Der Zusatz gewisser Stoffe, wie von Natriumsulfat, gestattet es, glänzende Zonen von größerem Umfang zu erhalten. Diese Tatsache dürfte mit der geringsten Neigung kolloidaler Zonen basischer Nickelsalze zum Flockigwerden in Gegenwart von Natriumsulfat verbunden sein, welche Erscheinung man durch das Studium der Bildung von Niederschlägen in der Kälte und durch Kochen in Lösungen gleicher Zusammensetzung beobachten kann.

Kleine Kadmiummengen (etwa 0,10 bis 0,20 g/l), die man in einem Elektrolyten auf Nickelsulfatbasis einführt, ergeben sehr glänzende Niederschläge für pH-Werte von annähernd 6,8 bei zweckdienlichen Stromdichten. Sind die letzteren zu niedrig, so ist der Überzug nicht glänzend, sondern mehrfarbig und gestreift. Man könnte annehmen, daß das Kadmium zu kolloidalen Verbindungen führt, denn in den verdünnten Kadmiumsulfatlösungen wird in der Tat bei einem pH-Wert von 7,0 eine basische Verbindung ausgeschieden. Der glänzende Nickelüberzug enthält Kadmium, und zwar hat die Analyse Werte von 0,30 bis 1,64 % des Gewichtes des kathodischen Niederschlages ergeben. In einer sauren Lösung kann man auf der Kathode kleine kadmiumreiche schwärzliche Stellen mit bis zu 13 % Kadmium feststellen, die auch kleine Mengen von Sulfat und Borsäure enthalten.

Zahlreiche organische Kolloide ermöglichen die Erzielung gleichmäßig glänzender Überzüge, bei einem Zuviel werden allerdings die Überzüge porig und rissig. Untersucht wurden Stärke, Dextrin, Gummi Arabicum, Gelatine, Eiweiß u. a. m., die alle glänzende Überzüge ergeben. Einige von ihnen, wie z. B. die Gelatine, wirken bereits bei sehr geringen Anteilen energisch, nämlich bei 2,5 mg/l bei einem pH-Wert von 6,5. Die im Eiweiß zubereiteten Lösungen behalten in genügendem Maße trotz vorherigen Kochens das aktive Element bei, so daß sie das Aussehen des Überzuges stark beeinflussen. Nicht alle organichen Kolloide lassen sich für diesen Zweck verwenden. Gewisse Arten von ihnen ergeben flockige Lösungen und Teilchen, die im Überzug eingeschlossen bleiben, während andere zu sehr beständigen Lösungen führen, wenn sie unter genau bestimmten Bedingungen aufgelöst wurden oder wenn sie durch einen anderen Stoff vor dem Flockigwerden geschützt sind. Deshalb soll man in der Praxis mit Kolloiden vorsichtig sein. Sie eignen sich besonders für dünne Vernicklung und sparen dann das Polieren. Gelegentlich wurden Bäder unabsichtlich durch Kolloide verdorben, z. B. einmal durch unreine Borsäure, ein andermal durch die Appretur von Säcken, in welchen die Anoden eingehüllt werden. Die Kathoden sind bei Verwendung von organische Kolloide enthaltenden Lösungen innerhalb eines großen Stromdichtebereiches gleichmäßig glänzend. (M. Baillay u. L. Guillet, Rev. du Nickel 1934, S. 179; Bull. Soc. franç. Electr. Bd. 4 (Reihe 5), S. 1113.) *Kp.*

Verschiedenes.

Das Programm des Hauses der Technik. — Folgende Vorträge aus dem Sommersemester 1935, das am 3. V. 1935 beginnt, werden für den Elektrotechniker Interesse haben:

L. Musil, Technischer Stand, Aussichten und Entwicklungsmöglichkeiten der Energiespeicherung in der Elektrizitätsversorgung (7. V.),

W. Estorff, Elektrische Gasentladung und ihre Anwendung in der Technik (5. VI.).

Die Vorträge beginnen um 19 h 15 m. Die Hörerkarte kostet je Vorlesung 1,50 RM, die Semesterkarte für sämtliche Vorträge, aber ohne Sonderveranstaltungen, kostet 5 RM. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Haus der Technik, Essen, Kapuzinergasse 8, II.

Schiffsuhren mit nautischer Zeitangabe. — Im Rahmen einer Plauderei beschreibt F. Hope-Jones eine Schiffsuhrenanlage, die zu jeder Tageszeit die der jeweiligen Position des Schiffes entsprechende Zeit, die nautische Zeit, anzeigt. Es kommt hierbei darauf an, eine Uhr zu haben, die je nach Fahrrichtung und Fahrgeschwindigkeit des Schiffes schneller oder langsamer läuft, als ihrem normalen Gang entspricht. Hope-Jones geht bei der Lösung dieser Aufgabe von dem Prinzip der elektrischen Synchronuhr aus, die unmittelbar aus dem Wechselstromnetz betrieben wird und deren richtiger Gang durch die Gleichmäßigkeit der Periodenzahl des Wechselstroms (50 Hz) bedingt ist, dessen Frequenz in diesem Falle allerdings durch den Navigationsoffizier eingestellt wird. Der vom Verfasser gebaute Maschinensatz, der angeblich nicht mehr als eine Hauptuhr kostet, besteht aus einem Gleichstrommotor, der unmittelbar mit einem 110 V-Wechselstromgenerator von 500 W Leistung gekuppelt ist. An den Ausgang des Generators sind die Schiffsuhren angeschlossen. Die Frequenzregelung zwischen 48 und 52 Hz erfolgt durch einen Regelwiderstand, der mit einem Handrad bedient wird. Eine Skala zeigt die eingestellte Frequenz an, sowie den Zeitgewinn oder -verlust in 24 h. Bei 50 Hz laufen die Uhren mit normalem Gang. Bei höherer Frequenz wird ihr Gang beschleunigt (Fahrt nach Osten), bei niedrigerer verlangsamt (Fahrt nach Westen). Die Frequenz wird täglich durch den Navigationsoffizier entsprechend der voraussichtlichen Ost- oder Westbewegung des Schiffes während der nächsten 24 h eingestellt. Es ist auch an eine selbsttätige oder halbselbsttätige Einstellung gedacht worden, z. B. in Abhängigkeit von der Umdrehungsgeschwindigkeit der Schraubenwelle des Dampfers. Wegen der notwendigen Berücksichtigung der Fahrtrichtung wird jedoch eine solche Einrichtung außerordentlich verwickelt. Wie der Verfasser ausführt, besteht bei den Schiffsgesellschaften wenig Neigung, die „nautische Zeit" anzunehmen, er glaubt aber, daß sie bei den Fahrgästen Anklang finden würde. (F. Hope-Jones, Electrician Bd. 113, S. 532.) *O. B.*

Energiewirtschaft.

Amerikanische Stromwerbung. — Zwei große amerikanische Elektrizitätswerke, die in Californien tätige San Joaquin Light & Power Corp. und die Milwaukee Electric Railway & Light Co. haben im Jahre 1934 ihren Abnehmern für zwei Monate kostenlosen Stromverbrauch angeboten, um auf die Dauer den Stromabsatz zu heben, nachdem man die Verbraucher zunächst gewissermaßen erst einmal auf den Geschmack gebracht hätte. Das Angebot der San Joaquin Co. bestand darin, daß die häuslichen Verbraucher und die gewerblichen Lichtabnehmer im Mai und Juni so viel Strom verbrauchen dürften, wie sie wollten, ohne mehr dafür bezahlen zu müssen als im März. Die landwirtschaftlichen Stromverbraucher dagegen hatten für das, was sie mehr verbrauchten als in der gleichen Zeit des Vorjahres, nur die Hälfte des Regelpreises zu zahlen. Ihnen ein gleiches Angebot zu machen wie den anderen Verbrauchern, war wegen der etwa mit Mai einsetzenden Pumptätigkeit für die Bewässerung des Landes unmöglich. Von den häuslichen und gewerblichen Verbrauchern machten 43 224 oder 52,9 % der Gesamtzahl Gebrauch von dem Angebot, indem sie 5 663 911 kWh kostenlos verbrauchten. Das waren 40,5 % der Arbeitsmengen, die zum Regelpreis bezahlt wurden. Weiter gebrauchten 10 726 landwirtschaftliche Abnehmer oder 69 % aller angeschlossenen 21 212 599 kWh über ihren vorjährigen Verbrauch hinaus, das waren 102 % der zum Tarifpreise bezahlten Strommengen. Außer der Ermäßigung um 50 % wurde ihnen auch noch Rückzahlung dieser Summe zugesagt, falls der Stromverbrauch je angeschlossenen PS 4000 kWh, d. h. die Benutzungstundenzahl den Wert 5440 überschritte. Selbstverständlich wurden diese Angebote durch sonstige Werbemaßnahmen in nachdrücklichster Weise unterstützt. So wurden über 18 000 Einzelabnehmer telephonisch angerufen, um ihnen den Sinn des Planes und seine Vorteile für sie auseinanderzusetzen, 8639 weitere wurden persönlich besucht, es fanden elektrische Ausstellungen statt, die z. T. die Industrie von sich aus veranstaltete, 15 Kochschulen wurden eröffnet, der Kochwagen der Gesellschaft

Digitized by Google

trat eine elfwöchentliche Rundreise durch das Versorgungsgebiet an, und es wurde in sehr weitgehendem Maße von der Zeitungsanzeige Gebrauch gemacht. Jede Woche einmal erschien in den Tageszeitungen des Gebietes ein elektrischer Abschnitt, der in den großen Städten, wie z. B. Fresno, bis zu acht Seiten umfaßte, aber auch in den kleinen kaum weniger als eine Seite. Insgesamt wurden 377 achtspaltige Zeitungseiten mit Anzeigen belegt. Davon entfielen etwa 55 % auf Händleranzeigen, den übrigen Teil füllten Darlegungen des Werkes über seinen Plan. Die Erfolge waren auch für die Händler nicht gering, sie schlossen Verkäufe ab, die 2- bis 4mal so hoch waren wie in der gleichen Zeit des Vorjahres. Diese verkauften Geräte haben natürlich einen dauernden Mehrverbrauch an Strom zur Folge. Im Jahre 1933 war der durchschnittliche Verbrauch eines Kleinabnehmers 912 kWh. Während der Monate Mai und Juni stieg er um 31,6 %. Ohne andere Geräte als die bisher verwendeten könnte also der Jahresverbrauch auf 1200 kWh je Kleinabnehmer steigen. Das zu erreichen wird also das Ziel der künftigen Werbemaßnahmen der Gesellschaft sein. Ein solch bestimmtes Ziel geliefert zu haben, ist der große Wert des Versuches, dessen Kosten in Zahlentafel 1 zusammengestellt sind.

Die Milwaukee Electric Railway Co. bot ihren häuslichen Kleinabnehmern, gewerblichen Lichtabnehmern und landwirtschaftlichen Abnehmern an, im Mai und Juni zu verbrauchen soviel sie wollten, ohne dafür mehr bezahlen zu müssen als im März. Einschränkungen für die Landwirtschaft brauchte sie nicht zu machen, weil in ihrem Versorgungsgebiet Pumparbeit, die erst im Sommer beginnt, nicht in Frage kam. 62 186 Abnehmer, entsprechend 28,7 % der Gesamtzahl, machten davon Gebrauch. Sie verbrauchten kostenlos 6 624 649 kWh, das waren 50,6 % des Märzverbrauches derselben Abnehmer. Davon entfielen rund zwei Drittel auf die häuslichen Kleinabnehmer, die ihren Verbrauch um 71,3 % steigerten. Bei den landwirtschaftlichen Abnehmern betrug der Mehrverbrauch sogar 133,5 %. Nur die gewerblichen Lichtverbraucher nahmen nur 29,1 % über den Märzverbrauch ab, was in Anbetracht der Jahreszeit zu verstehen ist. Im einzelnen waren die Schwankungen natürlich sehr groß, es gab Abnehmer, die 10- bis 15mal mehr verbrauchten als im Vergleichsmonat. Vielfach wurden kleine Heizöfen in Betrieb gesetzt, um an kalten Tagen und Abenden die Heizung zu unterstützen. Auch hier stellten die Händler einen starken Mehrverkauf an Herden, Kühlschränken usw. fest, die eine dauernde Steigerung des häuslichen Stromverbrauches gewährleisten dürften. (Electr. Wld. Bd. 104, S. 167 u. 534.) *Ha.*

Zahlentafel 1.

	veranschlagt RM*)	tatsächlich RM
Stromerzeugung für Mehrverbrauch . .	140 500	116 550
Werbeausgaben, Anzeigen, Ausstellungen usw.	65 800	69 000
Verwaltungsmehrarbeit	40 460	28 000
Kapitalaufwendungen für Beleuchtungsprüfeinrichtungen usw.	5 282	7 158
Sa.	252 042	220 708

*) 1 RM = 19/48 $.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Neu erschienene VDE-Arbeiten.

Sonderdrucke der folgenden neuen VDE-Arbeiten sind inzwischen erschienen und können von der Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu den angegebenen Preisen bezogen werden:

VDE 0001/1935 „Verzeichnis der VDE-Arbeiten", nach dem Stande am 1. März 1935. Preis: kostenlos.

VDE 0165/1935 „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen", Erstfassung, gültig ab 1. 4. 1935. Preis: 0,30 RM.

VDE 0168/1935 „Vorschriften für Bagger, Fördergeräte sowie zugehörende Bahnanlagen über Tage und im Tagebau", Erstfassung, gültig ab 1.4. 1935. Preis: 0,15 RM.

VDE 0431a/1934 „Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke", Änderungen, gültig ab 1. 1. 1935. Preis: 0,10 RM.

VDE 0530a/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M.", Änderungen und Ergänzungen, gültig ab 1. 1. 1935. Preis: 0,20 RM.

VDE 0532b/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.", Änderungen und Ergänzungen, gültig ab 1. 1. 1935. Preis: 0,20 RM.

VDE 0720a/1934 „Vorschriften für Elektrowärmegeräte für Spannungen bis 250 V gegen Erde V.W.G.", Ergänzung, gültig ab 1. 1. 1935. Preis: 0,10 RM.

VDE 0800a/1935 „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F.", Änderung, gültig ab 1. 4. 1935. Preis: 0,10 RM.

VDE 0874/1935 „Leitsätze für Maßnahmen an Maschinen und Geräten zur Verminderung von Rundfunkstörungen", geänderte Fassung, gültig ab 14. 3. 1935. Preis: 0,50 RM.

VDE 01250/1934 „Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen U.V.I.L.", Erstfassung, gültig ab 20. 12. 1934. Preis: 0,40 RM.

VDE 01810/1935 „Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen U.V.F.L.", Neufassung, gültig ab 1. 4. 1935. Preis: 0,40 RM.

Neu erschienene DIN VDE-Normblätter.

Rundfunkgerät.

DIN VDE 1540 Kondensatoren, Gehäuseabmessungen (Februar 1935).

" " 1545 Wickelkondensatoren, Rollen für Papier- und Metallfolie (Februar 1935).

Bauteile.

DIN VDE 6450 Kupferdraht, rund, isoliert. Technische Lieferbedingungen (Dezember 1934; Ersatz für DIN VDE 6430 und 6440).

Starkstrom-Freileitungen.

DIN VDE 8200 Drähte zu DIN VDE 8201 und 8204 (März 1935, 4. Ausgabe),

" " 8201 Drähte und Seile (März 1935, 3. Ausgabe),

" " 8204 Stahl-Aluminiumseile (März 1935; Ersatz für DIN VDE 8202),

" " 8205 Stahldrähte zu Stahl-Aluminiumseilen nach DIN VDE 8204 (März 1935; Ersatz für DIN VDE 8203).

Alle Anfragen bezüglich Lieferung und Versand der Normblätter sind an die Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19, Dresdner Str. 97, zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Aus dem Gau Niedersachsen.

Am 5. III. 1935 hielt Dipl.-Ing. Blume, Leipzig, einen Vortrag über „Energiewirtschaft und Kraftverkehr, neue Wege durch Elektrofahrzeuge". Das Motorisierungsprogramm der Regierung stellt die Technik vor die Aufgabe, die Treibstoffe für den erhöhten Bedarf zu beschaffen. Hierbei werden

Digitized by Google

die mit Elektrizität betriebenen Fahrzeuge in erheblichem Maße zur Entlastung des Treibstoffbedarfs beitragen. Das Elektrofahrzeug erreicht eine Ausnutzung von etwa 38 % gegenüber dem Verbrennungsmotor mit etwa 8,5 %, wenn man von der in der Kohle enthaltenen Energie ausgeht. Außerdem haben Elektrofahrzeuge mit ihrer hohen Lebensdauer, ihrem geringen Bedarf an ausländischen Stoffen, ihrer Unfall- und Feuersicherheit volkswirtschaftlich außerordentliche Vorteile. Die Steigerung des Umsatzes von bisher fast ungenutztem Nachtstrom kann 500 Mill kW erreichen, wobei etwa 350 000 t flüssige Treibstoffe für den Kraftverkehr freigemacht werden können. Privatwirtschaftlich zeichnen sie sich durch eine Wirtschaftlichkeit aus, die bei 1 Pfg/tkm von keinem anderen Fahrzeug erreicht wird. Es wird die Schaffung von Stromtankstellen und von Leihbatterien angeregt, die jetzt genormt sind, und daher in jedem neuzeitlichen Elektrowagen einfach eingesetzt werden können.

EV

Elektrotechnischer Verein

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Die im Gau Groß-Berlin wohnenden Mitglieder des NSBDT und der der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit (RTA) angehörenden Vereine sind zu der Versammlung herzlich eingeladen.

Einladung

zur ordentlichen Vereinsversammlung am Dienstag, dem 30. April 1935, 8 Uhr abends, im großen Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg (Kurfürstenallee).

Tagesordnung:

1. Begrüßung durch den Vorsitzenden.
2. Ansprache des Obmannes der technischen Organisationen im Gau Groß-Berlin, des Herrn Stadtbaurats Dr. Kölzow.
3. Geschäftliche Mitteilungen.
4. Vortrag des Herrn Direktors Dr.-Ing. Buff über das Thema:
   „Die Bedeutung der Groß-Elektrowärme-Geräte für Technik und Wirtschaft."

Inhaltsangabe:

Einleitung:

Die Groß-Elektrowärme-Geräte als neues wichtiges Anwendungsgebiet der Elektrotechnik.

Die Arten der Groß-Elektrowärme-Geräte:

Wirkungsweise: Widerstandserhitzung — Lichtbogenerhitzung — induktive Erhitzung.

Verwendungszweck: Reine Wärmeübertragung (Heizung) — Warmverbindung von Konstruktionsteilen (Schweißung) — Warmbehandlung von Gegenständen und Stoffen (technologische Umwandlung) — Metallurgische und chemische Verfahren (Erzeugung und Veredelung von Metallen und chemischen Produkten).

Die Haupt-Anwendungsgebiete der Groß-Elektrowärme-Geräte:

Luft- und Flüssigkeitserhitzer und Dampferzeuger — Ausnutzung zur Energiespeicherung.

Schweißanlagen — Widerstandsschweißung (Punkt-, Naht-, Stumpf- und Abbrenn-Schweißmaschinen) — Lichtbogenschweißung (ortsfeste Schweißautomaten und ortsbewegliche Schweißvorrichtungen) — Anwendungsbeispiele aus Maschinen-, Eisenkonstruktions- und Schiffbau.

Warmbehandlungsöfen — Öfen für niedere und hohe Temperaturen — Öfen mit periodischer und kontinuierlicher Arbeitsweise — Anwendungsbeispiele aus den verschiedenen Industrien.

Metallurgische und chemische Öfen — Lichtbogenöfen, Reduktionsöfen, Niederfrequenzöfen, Hochfrequenzöfen und Kombinationen derselben — Anwendungsbeispiele aus der Hütten- und chemischen Industrie.

Energiewirtschaftliche Auswirkungen:

Einfluß auf die Belastungsverhältnisse und die Ausnutzung der Elektrizitätswerke — Abgrenzung gegenüber den brennstoffbeheizten Geräten.

Schlußbemerkungen:

Betriebliche und gesundheitliche Vorteile der Elektrowärme — Anwendung — Gütesteigerung der elektrothermisch behandelten Industrieerzeugnisse — Nationalwirtschaftliche Bedeutung des Elektrowärmegebietes.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Garderobe frei.

Nachsitzung im Restaurant „Schultheiß am Knie" in Berlin-Charlottenburg.

Elektrotechnischer Verein e. V.
I. V.: Matthias.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Ostsachsen, Dresden. 25. IV. (Do), 19 h 45 m, El. Inst. T. H.: „Aluminium in der Elektrotechnik." a) „Rohstoffragen und Metallurgie von Kupfer u. Aluminium." Prof. Brenthel. b) „Werkstoffeigenschaften des Aluminiums im Hinblick auf seine Anwendungen in der Elektrotechnik." Dipl.-Ing. von Zwehl. c) „Die Verwendung von Aluminium in Schaltanlagen, Kabeln u. Installationen." Dipl.-Ing. Meiners.

VDE, Gau Thüringen, Erfurt. 26. IV. (Fr), 20 h, Bürgerbräu: „Drei Jahrzehnte Installationsmaterial." Obering. Klement.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Werner. — Dem Direktor des Elektrizitätswerkes Heinrich Werner wurde ab 1. April d. J. die Gesamtleitung der Städt. Gas-, Elektricitäts- und Wasserwerke Hanau a. M. übertragen.

Cl. Zahm jr. — In diesen Tagen vollendete Herr Clemens Zahm jr. sein 70. Lebensjahr. Er hat in der böhmischen Grenzstadt Weipert aus kleinen Anfängen heraus eine über die Grenzen seines engeren Vaterlandes hinaus bekanntgewordene Kabelfabrik begründet und diese zu großem Ansehen geführt.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Ortskurventheorie der Wechselstromtechnik. Von Dr.-Ing. G. Oberdorfer. Mit 52 Abb. u. 88 S. in gr. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1934. Preis geh. 4,50 RM.

Nach O. Bloch und G. Hauffe hat sich der Verfasser das Verdienst erworben, ein Lehrbuch der Ortskurventheorie zu schreiben. Von den einfachsten Grundbegriffen ausgehend, ist er bemüht, in leichtfaßlicher Weise den Leser mit den schwierigsten Aufgaben vertraut zu machen. Nachdem die Elemente der komplexen Vektorrechnung erläutert sind, werden von den Ortskurven die Gerade und der Kreis ausführlicher behandelt, die Ortskurven höherer Ordnung nur gestreift. Einen breiten Raum nimmt die Behandlung der Scharendiagramme ein, die in den obengenannten Werken nicht zu finden sind. Schließlich werden die abgeleiteten Gesetze bei der Lösung praktischer Aufgaben aus den verschiedensten Gebieten: theoretische Elektrotechnik, Elektromaschinenbau und Theorie der Leitungen verwendet. Dem Verfasser gelingt es, in fließender knapper Darstellung den Leser von leichten in schwierigere Probleme zu führen. Dabei vermeidet er es, sich in das Gebiet der Mathematik zu verlieren. Statt längerer Rechnungen benutzt er die zeichnerische Darstellung und graphische Verfahren und stützt sich auf die Anschauung, die allgemein dem Ingenieur besonders liegt. Bei der Auswahl des Stoffes ist er bemüht, die für die Praxis wichtigsten Probleme zu behan-

Digitized by Google

deln. Unter diesem Gesichtspunkte ist den Ortskurven höherer Ordnung wenig Platz gewidmet, und die Untersuchung von Ortskurvenscharen, d. h. von Vektorgrößen, die zwei voneinander unabhängigen Veränderlichen gehorchen, nimmt einen großen Raum ein. Die Abbildungen sind mit viel Hingabe gezeichnet worden. Auch bei verwickelten Diagrammen hat der Verfasser sich bemüht, ihre Konstruktion anzudeuten und von Hilfslinien wenigstens noch die Schnittpunkte anzugeben. Dadurch ist es möglich, das Buch und besonders die Abbildungen als Nachschlagewerk zu benutzen, ohne daß man in vielen Fällen den Text braucht. Eine Hilfestellung sollen dabei die stichwortartigen Ermittlungsvorschriften zu den Abbildungen geben. — Hervorzuheben ist ferner der verhältnismäßig niedrige Preis des recht wertvollen Buches.

Dem Berichter erscheint es empfehlenswert, im Abschnitt IIIc $J = U_R/R$ usw. zu schreiben, um das Auftreten von negativen Widerständen zu vermeiden, da es sich auf vielen Gebieten eingebürgert hat, mit dem negativen Widerstande den Charakter eines Generators zu verbinden. Während man sich in den Abbildungen trotz den auf den ersten Blick störenden zahlreichen Linien recht gut zurechtfindet, ist es in Abb. 35 schwierig. Anscheinend ist es auch hierauf zurückzuführen, daß der Operator $\mathfrak{R}_{02}$ mit $\mathfrak{R}_{22}$ versehentlich bezeichnet wurde. Vielleicht ließe sich dieses Diagramm in zwei Diagramme auflösen. Im ersten der Zahlenbeispiele ist die Drehung durch die Phasenverschiebung φ vergessen worden; auch würde es der Anfänger sicherlich begrüßen, wenn angedeutet würde, wie man den Stromvektor durch die Leistung ausdrückt. Abgesehen von einigen kleineren Druckfehlern ist auszusetzen, daß in Abb. 37 versehentlich $\mathfrak{M}$ in entgegengesetzter Richtung gezeichnet, in der Ableitung S. 26 im Druck an einigen Stellen leider a_2 und b_1 miteinander vertauscht und auf S. 78 für R_L verschiedene Werte eingesetzt worden sind. Doch wird durch diese Kleinigkeiten das Verständnis des Buches nicht beeinträchtigt. — Wenn man das vorliegende Werk mit dem von Hauffe vergleicht, läßt sich sagen, daß beide Bücher sich in glücklicher Weise ergänzen. Herbert Kind.

Handbuch der Experimentalphysik. Herausg. v. W. Wien † u. F. Harms u. Mitarb. v. zahlr. Fachgenossen. Bd. 17, Teil 1: Schwingungs- und Wellenlehre. Ultraschallwellen. Bearb. v. E. Großmann, H. Martin u. H. Schmidt. Mit 314 Fig., X u. 561 S. in gr. 8°. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1934. Preis geh. 43 RM, geb. 45 RM.

Nachdem in zwei starken Teilbänden (2. und 3. Teil) die technische Akustik sehr ausführlich zu Wort gekommen ist, bringt, diesen Band XVII abschließend, der 1. Teilband drei Beiträge. Zunächst berichtet H. Martin über die Schwingungslehre, dann folgt ein Beitrag von H. Schmidt über Schwingungen kontinuierlicher Systeme und Wellenvorgänge, zum Schluß gibt E. Großmann eine Zusammenfassung über den Stand der Ultraakustik. Angesichts der umfassenden Darstellung der Technischen Akustik in zwei besonderen Teilbänden ist der Eindruck nicht von der Hand zu weisen, daß insbesondere die Besprechung der Schwingungslehre zu kurz gekommen ist. Eine eingehendere Bearbeitung der mannigfaltigen Fragen und Anwendungen der Schwingungslehre, wie sie z. B. seit Jahren in den Tagungen des Schwingungsausschusses des Vereins Deutscher Ingenieure behandelt werden, wäre in einem Handbuch der Experimentalphysik entschieden vertretbar gewesen. So weit dies auf dem beschränkten Raum von nur 173 Seiten möglich ist, gibt H. Martin eine Darstellung der Grundtatsachen der Schwingungslehre, wobei jedoch manche Entwicklungsrichtung nur kurz angedeutet werden kann. Durch diese Raumnot zum Teil bedingt, hat der Leser einige Schwierigkeiten zu überwinden. So sollte man gleich auf S. 1 bei der Erklärung der Schwingungen eines Systems heute nicht mehr die Anschauung finden, daß „unter dem Einfluß der Schwere und der entgegenwirkenden Spannung der Feder die Masse eine beschleunigte geradlinige Bewegung ausführt", da die Schwere mit dem Schwingungsvorgang nichts zu tun hat. Zur Beschreibung der erzwungenen Schwingungen wäre neben der mathematischen Ableitung auch das Vektordiagramm nützlich gewesen, um so mehr, als solche Vektordiagramme die Verbindung von der Theorie zum Experiment besonders deutlich zeigen. Auch die Darstellung von Interferenzerscheinungen würde durch Anwendung von Vektordiagrammen sehr an Übersichtlichkeit gewinnen. An sich belanglos erscheinende Abweichungen von der üblichen Bezeichnungsweise machen das Studium des Schrifttums bei der schnellen Orientierung über einen Gegenstand unnötig schwierig. Dies trifft auch bei vorliegender Arbeit in einigen Fällen zu.

Der Beitrag von H. Schmidt gibt zunächst einen Überblick über die mathematischen Theorien, um dann anschließend ein-, zwei- und dreidimensionale Probleme zu behandeln. Naturgemäß liegt in diesem Abschnitt das Schwergewicht auf mathematischen Betrachtungen, und es werden sehr ausführlich die Schwingungen von Saiten und Stäben, von Membranen und Platten behandelt. Zahlreiche Abbildungen, insbesondere der Schwingungsformen von Membranen, sind beigegeben.

Im letzten Teil berichtet E. Großmann über den Stand der Ultraakustik. In wohlabgewogener Mischung zwischen Theorie und Experiment wird hier eine Übersicht über den Stand dieses neuesten Zweiges der Akustik gegeben. W. Späth.

Prüfen und Messen von Röhren und Einzelteilen. Mit einem Anhang: Sonstige Hilfsmittel für Laboratorium und Kundendienst. Von R. Wigand. Mit 148 Abb. und 98 S. in 8°. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Zweigniederlassung, Berlin 1934. Preis kart. 4,50 RM.

Während bisher außer dem Funktechniker sich nur der Bastler bemühte, tiefer in das Verständnis des Funkwesens einzudringen, beginnt nun auch der Händler einzusehen, daß seine Aufgabe nicht nur darin besteht, Waren zu verkaufen, sondern daß er seine Kunden auch beraten muß. Es sind daher in der letzten Zeit eine Reihe von Büchern erschienen, die ihm die hierfür erforderlichen Kenntnisse vermitteln sollen. Besonders zu begrüßen ist es, daß das vorliegende Buch es unternimmt, ihm das Messen und Prüfen der Eigenschaften seiner Waren zu lehren. Etwa ein Drittel des Buches behandelt das Prüfen von Röhren. Hier dürfte die „Schluß"-Prüfung (soll heißen „Kurzschluß"-Prüfung) deutlicher als „Vor"-Prüfung bezeichnet werden. Es werden Prüfschaltungen und fertige Prüfgeräte besprochen. Das zweite Drittel füllt das Prüfen von Einzelteilen, vor allem von Widerständen, Kondensatoren, Spulen und Transformatoren. Im letzten Teil wird der Selbstbau von Meßeinrichtungen und die Prüfung von Tonabnehmern behandelt. Den Schluß bilden sehr ausführliche Tafeln mit Röhrenkennlinien und Tabellen, Nomogrammen usw.

Die sorgfältige Arbeit, die mit guten Abbildungen ausgestattet ist, bringt so ungefähr alles, was man für einfachere Messungen braucht. Etwas knapp ist der Wellenmesser weggekommen, insbesondere die Messungen mit dem Absorptionskreis dürften wegen ihrer Einfachheit manchem willkommen sein. Auch die Antenneneigenschaften und vor allem der Erdwiderstand dürften etwas ausführlicher behandelt werden. Einige Fremdwörter ließen sich leicht vermeiden. Milliampere kürzt man ab: mA; an derselben Stelle steht die schöne Mehrzahl Milliamperes! — Das Buch sei ganz besonders den Funkwarten empfohlen. Karl Mühlbrett.

Modern Acoustics. Von A. H. Davis. Mit 104 Abb., XI u. 345 S. in 8°. Verlag G. Bell & Sons Ltd., London 1934. Preis geb. 26/— s.

Die Akustik ist in den letzten beiden Jahrzehnten erheblichen Erweiterungen unterworfen gewesen, weniger auf dem Gebiete der Theorie — dort steht immer noch Rayleighs Theorie des Schalles nicht überholt da —, sondern hauptsächlich durch seine enge Fühlungnahme mit den elektrischen Methoden. Hier gab die Schwachstromtechnik z. B. die Veranlassung zur Einführung des Begriffes der „Impedanz" auch in die Akustik. Dazu kommen elektroakustische Meßmethoden und elektroakustische Anwendungen in der Technik. Über den jetzigen Stand der Akustik gibt das vorliegende Buch eine gute Übersicht, und zwar vom Standpunkte eines Lehrbuches aus, wenn auch eines sehr umfassenden. Durch Fortlassen z. B. der für die Elektroakustik wenig benötigten Gebiete, wie Schwingungen von Stäben und Saiten, wird Platz zur Darstellung der neuzeitlichen Probleme gewonnen. Der Stoff ist in 13 Kapitel gegliedert: Allgemeine Eigenschaften des Schalles, Schwingungssysteme, Schallquellen mit theoretischen und elektroakustischen Betrachtungen, elektrische Geräte für Tonfrequenzen, Überblick über die Messung von Schallintensitäten und Anwendung von Mikrophonen und Hallraummethoden, Frequenzmessung, Zerlegung und Siebung von Schall, akustische Impedanz und Schallübertragung, Schallabsorption, Ohr und Hören, Geräusch, Raumakustik, Schallaufzeichnung und -wiedergabe. Ein Anhang mit mathematischen Ableitungen und ein sehr ausführliches Namen- und Sachverzeichnis beschließen das Buch. Die Darstellung ist knapp und flüssig und erfaßt überall das Wesentliche. Das Buch ist zur Einführung in die neuzeit-

Digitized by Google

liche Akustik sehr gut geeignet, aber auch der auf diesem Gebiet tätige Fachmann wird sich gern beraten lassen, weil viel mathematische Ansätze und zahlreiche Literaturhinweise gegeben werden. E. Lübcke.

Auslands-Werkstoffdienst AWD. Berichte aus der Fachpresse der ganzen Welt. Der deutschen Fertigung und Wirtschaft zum Nutzen. Herausg. v. Hubert Hermanns. Das Auslands-Archiv, Berlin NW 40, Roonstr. 10. Folge 1/1935. Bezugspreis für das Halbjahr (6 Hefte) 12 RM.

Für unsere Ingenieure ist die Auswahl bzw. Schaffung der für Deutschland wirtschaftlichsten Werkstoffe wohl die Hauptaufgabe der Technik geworden. Hierzu gehört auch die zweckentsprechende Verarbeitung der Werkstoffe, um die Materialgüte zu steigern und die Betriebsicherheit zu erhöhen. Es ist deshalb geboten, neben der inländischen auch die ausländische technische Literatur eingehend zu verfolgen, um über die Entwicklung und Untersuchungsergebnisse auf diesem Gebiet in anderen Staaten laufend unterrichtet zu sein.

Der „Ausland-Werkstoffdienst" bietet hierfür eine geschickte Zusammenfassung der ausländischen technischen Literatur in deutscher Übersetzung und es ist deshalb zu wünschen, daß diese Zeitschrift eine möglichst weite Verbreitung in unserem Vaterlande findet.

Alfred Krüger.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Metallpreise im 1. Vierteljahr 1935[1]. — Die Entwicklung der internationalen Metallpreise war im abgelaufenen Vierteljahr sehr verschieden. Zwei Abschnitte lassen sich scharf unterscheiden, als deren Trennpunkt die Aufrollung der Zinnkartellfrage angesehen werden kann. Siehe Zahlentafel 1. Größere Ausschläge waren im allgemeinen bis zu Beginn der letzten Februarwoche nicht zu verzeichnen. Erhebliche Unruhe in die Metallmärkte brachte der berüchtigte Pefferkrach insofern, als es sich bei der im Pfefferpool führenden Firma bzw. des Firmenleiters um eine Eisen- und Metallhandelsfirma — James & Shakespeare — handelte. Es fanden erhebliche Zwangsliquidationen an den verschiedenen Metallmärkten statt (etwa 7000 t Kupfer und 4000 t Blei, Zink und Zinn). Die Metallkurse schwächten sich daraufhin auch auf der ganzen Linie leicht ab; doch wurde diese Depression verhältnismäßig schnell wieder überwunden.

In den ersten Januartagen gingen die Kupferpreise, vor allem infolge der anscheinend ungünstigen Aussichten auf das Zustandekommen der Kupferkonferenz, um die es zeitweise sehr still geworden war, um etwa 2 RM (London umgerechnet auf Reichsmark) zurück und lagen dann bei kleineren Ausschlägen bei 28 £ (etwa 37 RM je 100 kg). Der Zinnpreis lag während der ganzen Zeit ziemlich unverändert (umgerechnet auf Reichsmark — zwischen 274 und 281 RM). Etwas größer waren wieder die Preisschwankungen bei Blei und Zink; doch überschritten sie auch hier nicht 5 %. Nach einem Anziehen der Preise Ende Januar lag die Tendenz Anfang Februar ziemlich schwach; doch konnten die Notierungen bald wieder anziehen.

Zahlentafel 1. Preisnotierungen in London, umgerechnet auf RM je 100 kg.

1935	Elektrolyt-Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Nickel
2. Januar...	38,70	276,00	14,50	12,40	248,00
18. Februar..	36,90	276,00	14,55	12,15	246,00
6. März	36,15	246,00	13,15	11,85	234,00
29. „	40,75	257,00	15,30	14,25	244,00

Seitdem hat sich das Bild sehr geändert, wobei die Tendenz der Preisbildung sowohl nach Metallen wie auch regional zum Teil stark auseinanderging. Maßgebend für die Preisbildung waren vor allem der Ausbruch der Zinnkrise, die Pfundbaisse, die internationale Kupferkonferenz und die englische Blei- und Zinkzollfrage.

Das Zinnproblem war in der letzten Zeit wiederholt verschärfend in den Vordergrund getreten. An Warnungen über den künstlich hoch gehaltenen Zinnpreis fehlte es nicht. Neben dem offiziellen Zinnkartell und dem Pufferpool machte sich mit künstlicher Verknappung der greifbaren Vorräte eine Londoner Gruppe bemerkbar. Bereits zu Beginn des Februar setzten Angstverkäufe ein. Die Pfefferkrise und ihre Folgeerscheinungen brachten dann die Spannung zur Auslösung. Es gab Anfragen im englischen Unterhaus über die Hintergründe der Zinnkartellierung, insbesondere was die Regierung zum Schutze der Verbraucher zu tun gedenke. Die Antworten waren teils ausweichend, teils die regierungsamtliche Tätigkeit in der Zinnkartellierung verteidigende. Das Ergebnis war, daß der Zinnmarkt noch nervöser wurde und ein erheblicher Preissturz einsetzte. Der Zinnpreis in London (wieder umgerechnet in Reichsmark) fiel von 275 RM bis auf 246 RM am 6. III., wobei verschärfend das zu dieser Zeit starke Abgleiten des Pfund Sterling beitrug. Der Preissturz am Zinnmarkt in Verbindung mit der Pfundbaisse führte auch auf den anderen Metallmärkten zu erheblichen Einbußen: Zink verlor fast 1 RM je 100 kg, Blei 0,50 RM bis zum Tiefstand der Pfundabwertung. Kupfer verlor in den ersten Tagen etwa 0,85 RM. Auf die dann bekannt werdende offizielle Einladung zur Kupferkonferenz hin schnellte die Kupfernotierung um 1,10 RM herauf. Durch die bald folgende Ernüchterung und die zunehmende Pfundabwertung ging dieser Gewinn aber wieder verloren. Mit der am 7. III. einsetzenden Pfundbesserung zogen die Preise wieder auf der ganzen Linie an. Diese Bewegung hielt an, bis es infolge der Heraufsetzung der Zinnausfuhrquoten von 40 auf 45 % zu einem neuen Einbruch am Zinnmarkt kam; am 19. März notierte Zinn in London 208 £ (241 RM je 100 kg). Die übrigen Märkte wurden aber von diesem neuerlichen Einbruch nicht berührt. Vielmehr zogen die Kupferpreise auf Grund von Meldungen über baldigen Abschluß der Kupferkonferenz an, die in eine ausgesprochene Haussebewegung überging, als die Meldung von dem „günstigen" Abschluß der Kupferkonferenz eintraf. Die anderen Metalle wurden von dieser Bewegung miterfaßt. Insbesondere zogen die Londoner Notierungen für Blei und Zink stark an, zumal hier die Aussichten auf die Einführung von gleitenden Zöllen nach dem letzten Vorschlag der Interessenten günstig beurteilt wurden.

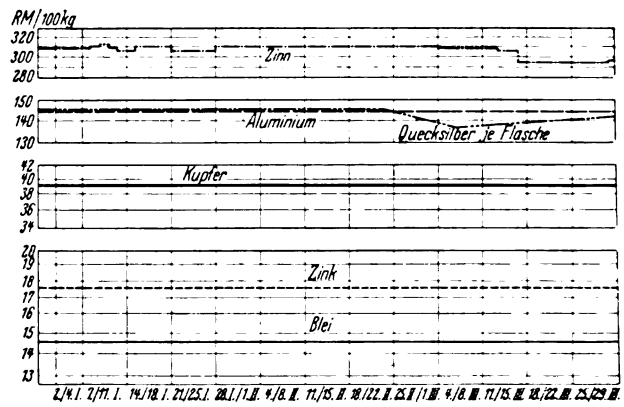


Abb. 1. Metallpreise im 1. Vierteljahr 1935.
Aluminium: Berlin 98/99% Blöckchen. — Blei: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Kupfer: Berlin, Deinotiz. — Quecksilber: Hamburg in £ je Flasche (34½ kg), umgerechnet in RM. — Zink: Berlin, erstnotierter Monat (Brief). Zinn: Hamburg, Kontrakt A, erstnotierter Monat (Brief).

Im Gegensatz zu der Bewegung der internationalen Metallpreise waren die deutschen Metallpreise (Richtpreise) unverändert (Richtpreisanordnung vom 5. XI. 1934). Von den Neumetallpreisen erfuhr lediglich Zinn in der Berichtszeit eine Änderung (minus 15 RM ab 15. III. 1935) (siehe Abb. 1). Dadurch ergaben sich erhebliche Änderungen der Spannen zwischen den deutschen und internationalen (Londoner) Notierungen (siehe Zahlentafel 2).

Zahlentafel 2. Richtpreise in RM/100 kg. Vergleich deutscher Richtpreise mit den Londoner Metallpreisen. Der deutsche Richtpreis (Höchstpreis) lag höher (+) bzw. niedriger (—) als Londoner Notierung:

1935	Elektrolyt-Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Nickel
2. Januar...	+ 1,80	+ 34,00	+ 3,00	+ 2,10	+ 22,60 RM
6. März	+ 4,40	+ 64,00	+ 4,40	+ 2,70	+ 36,00 RM
29. „	— 0,25	+ 38,00	+ 2,20	+ 0,30	+ 26,00 RM

Den veränderten Londoner Notierungen wird durch Richtpreisanordnung XV, gültig ab 2. IV. 1935, Rechnung getragen.

Lw.

Abschluß des Heftes: 18. April 1935.

[1] ETZ 55 (1934) S. 431; 56 (1935) S. 95.

Für die Redaktion (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Redaktion: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 2. Mai 1935** **Heft 18**

Induzierte Blitzüberspannungen und ihre Beziehung zum rückwärtigen Überschlag.

Von Dr.-Ing. V. Aigner, Berlin.

Übersicht. Die bei leitungsnahen Blitzeinschlägen, insbesondere Masteinschlägen magnetisch induzierten Überspannungen werden rechnerisch und experimentell untersucht. Es wird gezeigt, daß die Phasenleiter gegen Erde eine induzierte Spannung annehmen, deren Vorzeichen der durch den Spannungsabfall des Blitzstromes im Masterdungswiderstand bedingten Mastkopfspannung gegen Erde entgegengesetzt ist und somit den rückwärtigen Überschlag begünstigt.

Niedrige Masterdungswiderstände, geringe Masthöhe (waagerechte Phasenanordnung) sowie die Verwendung von Erdseilen vermindern die Zahl der Störungen durch rückwärtige Überschläge. Blitzstromsteilheits-Messungen werden angeregt.

Die bisherigen Erfahrungen und experimentellen Untersuchungen haben die Zweckmäßigkeit möglichst niedriger Masterdungswiderstände ergeben. Da der Höchstwert der Blitzstromstärke meist als vorgegebener Wert betrachtet wird, muß bei Masteinschlägen die Spannung des Mastkopfes und der Traversen gegenüber den Phasenleitern um so niedriger sein, je geringer der Masterdungswiderstand ist. In der Tat lassen sich durch Erdungsverbesserungen[1]) die Störungszahlen erheblich herabsetzen, weil die bei hohen Erdungswiderständen und Masteinschlägen meist auftretenden rückwärtigen Überschläge weitgehend vermieden werden. Insbesondere haben die Blitzstromstärken-Messungen an Hochspannungsmasten mit dem vom Verfasser bei der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen weiterentwickelten Stahlstäbchenverfahren nach Max Toepler[2]) weitgehende Aufschlüsse über den Bereich der tatsächlich auftretenden Blitzstromstärken und der demnach bei den verschiedenen Betriebspannungen zweckmäßigen bzw. zulässigen Höchstwerte der Masterdungswiderstände im Hinblick auf die Vermeidung rückwärtiger Überschläge erbracht. Wenn nun auch das Produkt aus Stromstärke und Erdungswiderstand, wobei letzterer bei Erdern geringer räumlicher Ausdehnung etwa dem mit der Brücke gemessenen Gleichstromwiderstand[3, 6a]), bei Erdern großer Ausdehnung hingegen einem von der Steilheit des Blitzstromanstieges abhängigen Wert entspricht[4]), für die elektrische Beanspruchung der Leitungsisolation in erster Linie maßgebend ist, so verlohnt es sich immerhin, die Größe der bei leitungsnahen Blitzschlägen, insbesondere Masteinschlägen, auftretenden induzierten Spannungen zu ermitteln.

Wie frühere Untersuchungen[5]) nachgewiesen haben, spielen die auf Grund der zeitlichen Änderungsgeschwindigkeit des luftelektrischen Feldes selbst unter Berücksichtigung der höchsten experimentell ermittelten Änderungswerte errechneten Leitungsüberspannungen eine untergeordnete Rolle. In Übereinstimmung damit ergeben Versuche an Hochspannungsleitungen[6a, b]) mit Erdseil, allerdings meist in größerer Entfernung von der Einschlagstelle, nur mäßige Werte der induzierten Spannung in der Größenordnung von 100 kV. Berger[6a]) gibt allerdings für die Änderungsgeschwindigkeit des luftelektrischen Feldes um eine Größenordnung höhere Werte an als die obengenannten Untersuchungen[5]), so daß die rein elektrisch induzierten Überspannungen sich der Größenordnung der weiter unten behandelten, durch magnetische Induktion bedingten Überspannungen nähern.

Um die Verhältnisse in unmittelbarer Nähe der Einschlagstelle zu ermitteln, an der die Spannungshöchstwerte auftreten müssen, sei im folgenden der Einfluß der zeitlichen Änderung des vom Blitzstrom herrührenden magnetischen Feldes näher betrachtet und die ermittelte Spannung insbesondere bei Masteinschlägen als Richtgröße für die insgesamt induzierte Spannung angesehen.

Rechnerische Ermittlung magnetisch induzierter Überspannungen.

Abb. 1 zeigt Aufriß und Grundriß einer Leitung mit verteilter Selbstinduktion und Kapazität, wobei wegen der gleichartigen Beeinflussung aller Phasen nur eine betrachtet zu werden braucht. Der Blitz schlage im Abstande b von der Leitung in die Erde, wobei das Magnetfeld annahmegemäß z. B. infolge Richtungsänderung der Leitung nur in Abschnitt $2d$ induzierend wirke. Aus den Maxwellschen Gleichungen läßt sich unter vorläufiger Annahme mit der Kreisfrequenz ω periodisch schwankender Größen und der Beziehung für die zeitliche Änderung des magnetischen Flusses des Blitzstromes

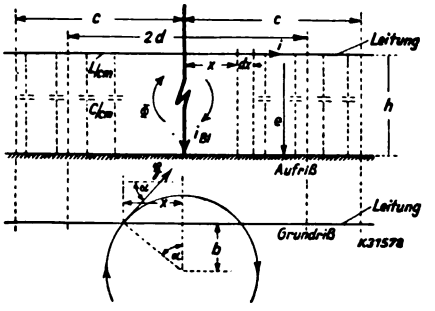


Abb. 1. Leitungsschema zur Berechnung magnetisch induzierter Überspannungen.

$$\frac{\partial \Phi_{Bl}}{\partial t} = U_0 \, e^{j\omega t} \tag{1}$$

die Differentialgleichung

$$I'' + I\,[\omega^2 LC - RA - j\,\omega\,(RC + LA)] = U_0\,[A + j\,\omega\,C] \tag{2}$$

ableiten, in der A, R, L und C die Leitungskonstanten je Längeneinheit darstellen. Die Lösung dieser Differentialgleichung zweiter Ordnung mit Störungsfunktion lautet für den verlustfreien Fall ($A = R = 0$)

[1]) G. Lehmann, Über die Ursachen der Häufung von Blitzeinschlägen an bestimmten Stellen von Hochspannungsleitungen, ETZ 53 (1932) S. 980, 1252.

[2]) H. Grünewald, Die Messung von Blitzstromstärken an Blitzableitern und Freileitungsmasten, ETZ 55 (1934) S. 505.

[3]) Towne, Lightning arrester grounds, Gen. electr. Rev. 35 (1932) S. 173.

[4]) V. Aigner, Das Verhalten gestreckter Erder bei Stoßbeanspruchung, ETZ 54 (1933) S. 1233.

[5]) A. Matthias, Gewitterforschung und Blitzschutz, Bericht Nr. 423 der Weltkraftkonferenz 1930.

[6a]) K. Berger, Die Gewittermessungen der Jahre 1932 und 1933 in der Schweiz, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934), S. 213.

[6b]) K. Berger, Fortschritte in der Erkenntnis des Blitzes und im Überspannungsschutz, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 641.

VDE-Mitgliederversammlung, 20. bis 23. Juni 1935 in Hamburg

Digitized by Google

für den Strom

$$I = \frac{j\,U_0}{\omega L} + K_1 \sin \omega \sqrt{LC}\, x + K_2 \cos \omega \sqrt{LC}\, x \qquad (3)$$

und für die Spannung

$$U = -j \sqrt{\frac{L}{C}} \left[K_1 \cos \omega \sqrt{LC}\, x - K_2 \sin \omega \sqrt{LC}\, x\right]. \qquad (4)$$

Mit den Grenzbedingungen

$$\left.\begin{aligned} x &= 0; & I_1 &= 0 \\ x &= d; & U_1 &= I_1 Z \end{aligned}\right\}, \qquad (5)$$

die der Annahme entsprechen, daß beiderseits des Abschnittes d der Leitung der Wellenwiderstand Z (Ersatz für ∞ lange Anschlußleitung) angeschlossen ist, ergibt sich für $x = 0$, d. h. die der Einschlagstelle am nächsten gelegene Leitungstelle, die induzierte Spannung zu

$$U = \frac{\Phi_0}{\sqrt{LC}}\, 2 \sin \frac{\omega \sqrt{LC}\, d}{2}. \qquad (6)$$

Der magnetische Fluß Φ, der den Abschnitt der Leitung von $x = 0$ bis $x = d$ senkrecht durchsetzt, ergibt den mittleren magnetischen Fluß je Längeneinheit, der senkrecht durch die durch Leitung und Erde gebildete Fläche tritt, gemäß Abb. 1 zu

$$\Phi_0 = \frac{\Phi}{d} = \frac{\mu_0 h\, i}{4\pi d} \ln \frac{d^2 + b^2}{b^2}. \qquad (7)$$

Nach den bisher bekannten Forschungsergebnissen kommen entsprechend der Aperiodizität der Blitzentladung Schwingungen im rechnerisch vorausgesetzten Sinne nicht in Betracht.

Ersetzt man jedoch die Kreisfrequenz ω durch die Zeitkonstante der Blitzstromstirn nach der Beziehung

$$\omega = \frac{1}{T}, \qquad (8)$$

und berücksichtigt man ferner, daß die vom Magnetfeld beeinflußte Leitungslänge bis zur Erreichung der Spannungshöchstwerte, wie später noch gezeigt wird,

$$d = \frac{T}{2}\, c \qquad (9)$$

entspricht (c Lichtgeschwindigkeit), so ergibt die Rechnung eine gute Übereinstimmung mit entsprechenden Versuchen.

Mit (7), (8) und (9) sowie $\frac{1}{\sqrt{LC}} = c$ geht Gl. (6) über in

$$U = \frac{\mu_0 h\, i}{4\pi T} \ln \frac{\frac{T^2 c^2}{4} + b^2}{b^2}. \qquad (10)$$

Hierin bedeuten μ_0 die Permeabilitätskonstante ($1{,}26 \times 10^{-8} \frac{\Omega s}{cm}$), h die Leitungshöhe in cm und i den Scheitelwert des Blitzstromes.

Nimmt man an, daß ein Blitz von i kA Scheitelwert in verschiedenen Entfernungen neben einer langen Leitung von 10 m Höhe niederfährt und eine Stirnzeitkonstante T zwischen 10 und 0,1 µs besitzt, so ergeben sich die in Abb. 2 dargestellten Leitungsüberspannungen, die unter Annahme verlustloser Leitung errechnet sind, da die Berücksichtigung der Verluste nur geringfügige Unterschiede ergibt. Für T-Werte zwischen 0,5 und 0,1 µs ist für Einschlagsentfernungen $b > 5$ m der Wert $d = T c/2$ durch $d' = \sqrt{d\,(2b + d)}$ ersetzt.

Nimmt man beispielsweise einen Blitzschlag von $i = 60$ kA Scheitelwert mit einer Stirnzeitkonstante T von 2 µs, also mit einer Stirnsteilheit von 30 kA/µs an, so ergibt sich bei einem Einschlag in einen Mast ohne Erdseile ohne Berührung der Phasen durch den Blitz bei einem Phasenabstand von Mastmitte von 0,5 m, der etwa einer 20 kV-Leitung entspricht, bei 10 m Leitungshöhe eine magnetisch induzierte Überspannung von rd. $6{,}4\,i = 380$ kV. Mit steigender Phasenausladung sinkt die Spannung beispielsweise bei $b = 5$ m auf $4{,}1\,i$, rd. 250 kV. Mit steigender Phasenausladung steigt allerdings auch die Masthöhe, die eine proportionale Spannungserhöhung ergibt, die nach Abb. 2 für jeden Fall leicht zu ermitteln ist.

Die magnetisch induzierten Spannungswerte bestehen im Augenblick des Blitzeintritts in die Erde oder den Mast nur kurzzeitig auf der Leitung, um nach Überschreiten des Höchstwertes der Stromsteilheit sofort wieder abzusinken. An diese schließt sich allerdings die mit dem magnetisch induzierten Höchstwert gleichsinnige elektrisch induzierte Spannung an, so daß die Gesamtdauer der induzierten Spannungen die Dauer der magnetisch induzierten beträchtlich übersteigt.

Man erkennt jedoch aus obigem Beispiel, daß selbst sehr starke Blitzeinschläge bei größerer Entfernung von der Leitung unter Zugrundelegung obiger Stirnsteilheit des Blitzstromes für Höchstspannungsleitungen nur ungefährliche Spannungen zu induzieren vermögen.

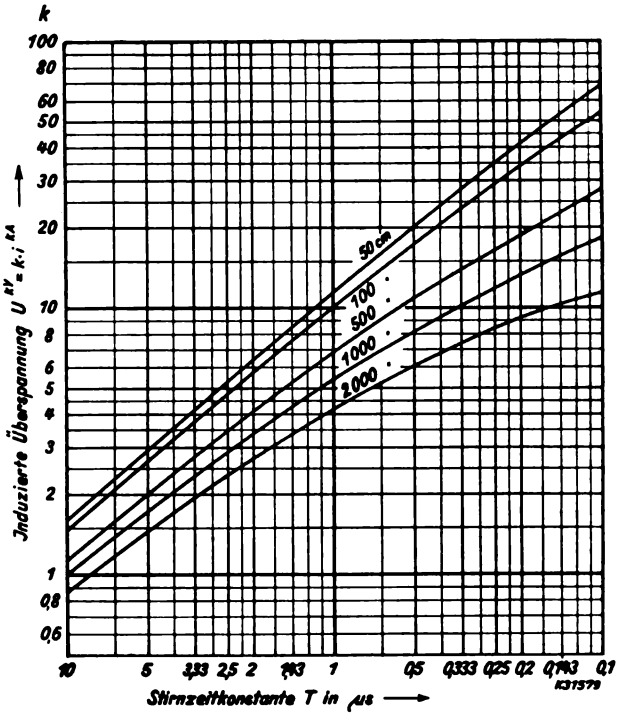
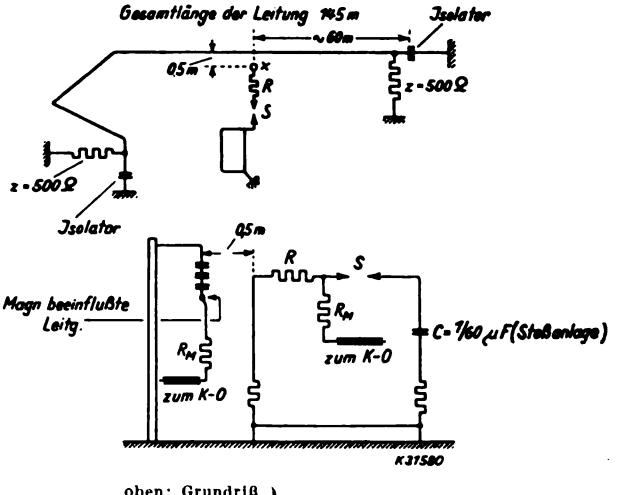


Abb. 2. Magnetisch induzierte Überspannungen.

Experimentelle Nachprüfung der Rechnung*).

Zur Nachprüfung obiger Rechnung wurde gemäß Abb. 3 in einer Entfernung von 0,55 m neben einer Versuchsleitung ein Holzmast errichtet, an dem von der Spitze aus eine Leitung nach Erde geführt wurde. Dieser Mast überragte die 4,5 bis 4,8 m hohe Versuchsleitung



oben: Grundriß
unten: Aufriß
} der Versuchsanordnung
× Mast mit Stoßleitung

Abb. 3. Versuchsanordnung zur Bestimmung magnetisch induzierter Leitungsüberspannungen.

um etwa 2½ m; von der Mastspitze war die Leitung einerseits zur Vermeidung kapazitiver Kopplung im rechten Winkel zur Versuchsleitung über einen Widerstand mit der Hauptfunkenstrecke einer Stoßanlage, anderseits mit deren Erdung verbunden. Durch den Stoß auf den Mast konnte also ein neben der Versuchsleitung niedergehender Blitzschlag gut nachgebildet werden. An den Enden der Versuchsleitung wurde je ein Widerstand von 500 Ω (Wellenwiderstand) angeschlossen, um Verhältnisse wie

*) Der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen (Vorstand Prof. Matthias) sei der wärmste Dank für die Ermöglichung der Versuche, Herrn Dr. Elsner für die Hilfe bei den Versuchen ausgesprochen.

Digitized by Google

an einer unendlich langen Leitung zu schaffen (Abb. 3). Die Versuche wurden mit folgenden Kenngrößen des Stoßstromes durchgeführt:

Zahlentafel 1.

Scheitelwert der Stromstärke in A	1800	2800	3100	4500
Polarität der Stoßströme	+	—	—	—
Entfernung der Stoßleitung am Mast von der beeinflußten Leitung in m	0,5	0,55	0,55	0,55
Zeitkonstante T der Stirn der Stoßstromwelle in μs	0,5	1,3	0,5	0,5

Bei völlig glattem, also oberwellenfreiem Verlauf des Stoßstromes erreicht die auf der Versuchsleitung induzierte Spannung in glattem Verlauf zur Zeit der höchsten Stromsteilheit ihren Höchstwert, zur Zeit des Stromhöchstwertes den Nullwert und zeigt in jenem Zeitabschnitt, der dem Rücken der Stromkurve entspricht, einen der ersten induzierten Spitze entgegengesetzten, jedoch wesentlich kleineren Wert, der auf Null abklingt. Bei den Versuchen ergaben sich aus den Kathodenstrahl-Oszillogrammen folgende Werte der induzierten Leitungspannung:

Zahlentafel 2.

Scheitelwert der Stoßstromstärke in A	1800	2800	3100	4500
Polarität des Stoßstromes	+	—	—	—
Höchstwert der induzierten Leitungspannung in kV	9 ··· 10,3	5,5*)	16,5 ··· 18	21 ··· 21,2
Polarität der Leitungspannung, die der Stirn des Stoßstromes entspricht	—	+	+	+
Entstehungszeit der Leitungspannung in 10^{-7} s	1,5 ··· 1,8**)	6 ··· 10	1,5 ··· 1,8**)	1,5 ··· 1,8**)
Zeit bis zur Erreichung des ersten Nullwertes der induzierten Spannung in μs	1,1	2	1,1	1,1
Höhe der Leitung über Erde in m	4,70	4,50	4,50	4,50

*) Dieser Wert entspricht dem Grundverlauf des Stoßstromes. Durch Oberschwingungen des Stoßstromes zeigt die induzierte Spannung einen Spitzenwert von 7,2 kV, der jedoch für die vorliegende Untersuchung ohne Belang ist.

**) Werte infolge Störung der Zeitablenkung vermutlich etwas zu klein.

Der Beweis, daß die auf der Leitung auftretenden Spannungen nicht etwa kapazitiv übertragen sind, geht daraus hervor, daß die erste Spitze der induzierten Leitungspannung, der Theorie entsprechend, das der Stoßleitungspannung entgegengesetzte Vorzeichen hat. Bei kapazitiv übertragener Spannung müßte die Versuchsleitung entsprechend der kapazitiven Kopplung mit der Stoßspannung dasselbe Spannungsvorzeichen zeigen wie diese. Wendet man Gl. (6) oder (10) auf die vorliegenden Versuchsverhältnisse an, d. h. Einschlagsentfernung, Stromstärke, Leitungshöhe und Stirnzeitkonstante unter Berücksichtigung der Stromrückleitung in der Stoßbatterie, so ergibt die Rechnung eine Leitungsüberspannung von

$$U_1 = \xi \frac{\Phi_0}{\sqrt{LC}} \cdot 2 \sin \frac{\omega \sqrt{LC}}{2} d. \qquad (6')$$

Hierin bedeutet ξ die Schwächung des wirksamen magnetischen Flusses durch den Rückstrom in der Stoßkondensatorenbatterie, dessen Leitung senkrecht in der Mitte der Batterie angenommen wird.

Es genügt ξ dem Ausdruck:

$$\xi = 1 - \frac{\ln \frac{d^2 + B^2}{B^2}}{\ln \frac{d^2 + b^2}{b^2}} \cdot \qquad (11)$$

ξ wird gleich Null, wenn B gleich b wird, d. h. wenn der Strom in der Stoßbatterie mit dem Strom am Mast zusammenfällt (vgl. Abb. 1 und 3). In Gl. (11) bedeutet d die beeinflußte Leitungslänge, B den senkrechten Abstand Mitte Stoßbatterie von der beeinflußten Leitung, b den senkrechten Abstand der den Blitz darstellenden Mastleitung von der beeinflußten Versuchsleitung.

Aus Rechnung und Versuch ergibt sich folgende Aufstellung:

Zahlentafel 3.

Höchstwert der Stoßstromstärke	gemessene Spannung	gerechnete Spannung	gerechnete Steilheit der induz. Spannung $\frac{dU_1}{dt}$**)		Stirnzeitkonstante der Stoßstromwelle
A	kV	kV	kV/μs	10^9 V/m,s	μs
1800	9 ··· 10,3	9,9	39,6	8,5	0,5
2800	5,5*)	5,8	9,3	2,07	1,3
3100	16,5 ··· 18	16	64	16	0,5
4500	21 ··· 21,2	23	92	20,5	0,5

*) Mittelwert der Schwingung im Scheitel der Kurve.

**) $\frac{dU_1}{dt} \approx \frac{U_1}{T/2}$.

Bemerkt sei, daß der Versuch mit 2800 A nicht beabsichtigt war, er ist infolge eines falschen Überschlages längs eines Holzbrettes statt über die Funkenstrecke zustande gekommen. Die wesentlich geringere Steilheit des Stromes infolge des gleitenden Überschlages ist beachtlich. Die geringfügigen Unterschiede zwischen Versuch und Rechnung sind in der Abweichung der wahren Steilheit der Stromwelle von der der Rechnung zugrunde gelegten zu suchen.

Die auf der Leitung gemessenen Spannungen decken sich sehr gut mit den durch die Rechnung gegebenen Werten, in der die Leitungsgrößen L und C nur in Form der Lichtgeschwindigkeit auftreten. Mithin ist gezeigt, daß die Rechnung die tatsächlichen Verhältnisse zutreffend wiedergibt. Ferner ist wesentlich, daß durch die vorliegenden Versuche der Beweis erbracht ist, daß bei indirekter Leitungsbeeinflussung Spannungsänderungen auf der Leitung innerhalb außerordentlich kurzer Zeiten auftreten können, die je nach der Blitzstromstärke und -steilheit beachtliche Werte erreichen können.

Umrechnung der Versuchsergebnisse auf Hochspannungsleitungen.

Da bei einem natürlichen Blitzschlag die Erniedrigung der Spannung auf der Leitung unter dem Einfluß des Rückstromes (Strom in der Stoßbatterie) praktisch fortfällt, weil der kapazitive Rückstrom zur Wolke etwa im Bereich der Wolkenausdehnung erfolgt, würden bei denselben Steilheiten und Stromstärken die Leitungspannungen um das 1,56fache höher liegen ($\xi = 1$). Demgemäß würden sich unter sonst gleichen Voraussetzungen die folgenden Werte auf der Versuchsleitung für die drei Versuche mit gleicher Stirnzeitkonstante ($T = 0{,}5\ \mu$s) ergeben:

Zahlentafel 4.

Stoßstrom in A	1800	3100	4500
Induzierte Spannung in kV	15	25	36
Steilheit der induzierten Spannung in kV/μs	60	100	144
bzw. in kV/m, μs	13	22	32

Aus der Tatsache, daß Stoßleitung und beeinflußte Leitung während des Stromanstieges entgegengesetztes Potential bzw. Spannung gegen Erde haben, ergibt sich die beachtliche Erscheinung, daß bei einem Masteinschlag Mastkopf und Leitung entgegengesetztes Potential annehmen können. Der rückwärtige Überschlag wird also nicht nur durch den Spannungsabfall im Mast, sondern auch durch die auf den Phasen induzierten Spannungen begünstigt, wobei die Summe der Augenblickswerte beider Spannungen gegen Erde die Spannung zwischen Mastkopf und Phasen ergibt. Der Höchstwert der magnetisch induzierten Spannung auf den Phasen tritt während der Stirn der Stromwelle auf, der Höchstwert der Mastkopfspannung jedoch zur Zeit des Stromscheitelwertes, zu dessen Zeitpunkt die magnetisch induzierte Spannung gerade durch Null geht, an die sich allerdings mit gleichem Vorzeichen die elektrisch induzierte Spannung anschließt. Bei etwa gleicher Höhe von magnetisch und elektrisch induzierter Spannung entspricht die Gesamtbeanspruchung der Isolation äußerstenfalls der Summe aus dem Spannungsabfall im Masterdungswiderstand und dem Höchstwert der induzierten Spannung.

Im folgenden wird eine Umrechnung der Spannungswerte für eine Leitung von der Höhe $H = 10$ m bei verschiedenen Stromstärken eines Blitzschlages in 0,55 m Entfernung von der Leitung unter Voraussetzung gleicher Stirnsteilheit der Stromwelle wie bei den Versuchen ($T = 0{,}5\ \mu$s) gegeben.

Ausgangswerte gemäß Zahlentafel 4:

1. Induzierter Spannungswert . . $U_1 = 25$ kV
2. Stoßstrom-Scheitelwert . . . . $i = 3100$ A
3. Leitungshöhe . . . . . $h = 4{,}5$ m

Umrechnungsformel

$$U = U_1 \frac{H}{h} \frac{I}{i} \text{ (in kV)}. \qquad (12)$$

Mit dieser Formel ergeben sich in guter Übereinstimmung mit Abb. 2 für die genannte Stirnzeitkonstante ($T = 0{,}5\ \mu$s) folgende Werte.

Zahlentafel 5.

Stoßstrom-Scheitelwert in kA	10	20	30	40
Höchstwert der induzierten Spannung U in kV	180	360	540	720
errechnete Steilheit der induzierten Spannung $\frac{dU}{dt}$ in $\frac{kV}{\mu s}$	720	1440	2160	2880

Digitized by Google

Für die Isolationsbeanspruchung der Leitung kommt zu diesen Werten der induzierten Spannung unter Berücksichtigung der zeitlichen Folge die Spannung hinzu, die aus dem Spannungsabfall in der Masterdung folgt.

Zur Unterdrückung rückwärtiger Überschläge ist es daher zweckmäßig, sowohl die Leitungshöhe (waagerechte Phasenanordnung) als auch die Masterdungswiderstände niedrig zu halten.

Nach den bisherigen Erfahrungen, d. h. Messungen auf Leitungen bei unmittelbaren Blitzschlägen, werden $\frac{di}{dt}$-Werte von 30 kA/µs sicher erreicht. Auch Harald Norinder hat nach seinen Antennenmessungen Werte bis 30 kA/µs genannt[7]). Die diesem Wert zugrunde liegenden Messungen sind aber nicht unmittelbar an der Einschlagstelle vorgenommen worden. Rechnet man daher unter Berücksichtigung der Wellenverschleifung bei den Leitungsversuchen mit einem Höchstwert von 20 kA bei einer Stirnzeitkonstante von 0,5 µs, also etwa 40 kA/µs, so entspricht diesem Wert in Zahlentafel 5 auf einer 10 m hohen Leitung eine magnetisch induzierte Spannung von etwa 360 kV, die innerhalb außerordentlich kurzer Zeit, etwa 0,25 µs, entsteht, so daß sich eine erhebliche Steilheit der induzierten Spannung von über 1000 kV/µs ergibt. Die der Zahlentafel 5 zugrunde liegende Einschlagentfernung von 0,55 m entspricht etwa einem Masteinschlag bei einer Leitung mittlerer Hochspannung, also etwa bis 20 kV. C. L. Fortescue und R. N. Conwell[8]) berichten von Überspannungsteilheiten an der Einschlagstelle von 10 000 bis 20 000 kV/µs. Bei einem Wellenwiderstand der Leitung von 250 Ω ergeben sich daraus Stromsteilheiten von 40 bis 80 kA/µs. Da jedoch der zeitliche Verlauf der Spannung an der Einschlagstelle im allgemeinen nicht identisch mit dem zeitlichen Verlauf des Stromes ist, kann aus Spannungsteilheiten nicht ohne weiteres auf Stromsteilheiten geschlossen werden[9]). Derartig hohe Werte der Stromsteilheit sind bisher von keiner Seite gemessen worden; sie sind also vorerst als reine Rechnungswerte anzusehen.

Holzmastleitungen halten unter der Annahme, daß der Mast selbst nicht getroffen ist (Einschlag dicht neben der Leitung), die etwa bei 10 m Leitungshöhe in Betracht kommende Höchst-Stoßüberspannung (360 kV) noch aus, an Eisenmasten ist hingegen die Überschlaggefahr gegeben, da die Stoßüberschlagspannung einer mit 2 Isolatoren der Type VK 2 ausgerüsteteten 30 kV-Leitung etwa 330 kV beträgt. Diese Stoßüberschlagspannung entspricht allerdings einer Welle mit 2000 µs Rückenzeitkonstante[10]). Die auf elektrischem und magnetischem Wege induzierte Gesamtüberspannung, für deren Höhe die magnetisch induzierte Spannung als Richtgröße betrachtet wird, wird im allgemeinen eine geringere Rückenzeitkonstante aufweisen, so daß der Stoßfaktor von 1,2 (2000 µs-Welle) auf etwas höhere Werte steigt. Er beträgt z. B. bei der äußerst kurzen Welle von 1 µs Rückenzeitkonstante 2,9. Der praktisch in Frage kommende Wert wird zwischen beiden liegen, da die elektrisch induzierte Überspannung, die dasselbe Vorzeichen wie die während der Blitzstromstirn magnetisch induzierte Spannung hat und letztere ablöst, nicht so rasch abklingt und etwa während der Rückendauer des Blitzstromes besteht. Unter den über die Höchststeilheit von Blitzströmen getroffenen Voraussetzungen folgt aus dieser Betrachtung, daß mit induzierten Leitungsüberschlägen bis zu etwa 30 kV Betriebsspannung zu rechnen ist.

Die im vorstehenden beschriebenen Versuche über magnetische Leitungsbeeinflussung durch nicht unmittelbare Blitzschläge haben ferner gezeigt, daß die auf der beeinflußten Leitung magnetisch induzierten Spannungen bei Stirnsteilheiten des Ersatz-Blitzstromes von etwa 0,5 µs innerhalb 0,2 bis 0,25 µs, scheinbar aber auch innerhalb kürzerer Zeiten, die also etwa 40 bis 50 m Lichtweg entsprechen würden, entstanden sind. Schlägt also ein Blitz mit großer Steilheit des Stromanstieges in geringer Entfernung neben einer Leitung ein und entsteht der Höchstwert der induzierten Leitungspannung in der angegebenen Zeit, so kann sich das magnetische Feld des Blitzstromes und damit seine zeitliche Schwankung $\frac{d\Phi}{dt}$ nur in einem begrenzten Gebiet beiderseits der Einschlagstelle auswirken und nur innerhalb dieses Gebietes zum Aufbau des Spannungshöchstwertes an dem der Einschlagstelle benachbarten Punkt der Leitung beitragen. Aus Rechnung und Versuch folgt, daß eine um so größere Leitungslänge am Aufbau des Spannungshöchstwertes auf der Leitung beteiligt sein wird, je geringer die Steilheit der Blitzstromwelle ist, d. h. je geringer die in die Formeln für die Wellenstirn einzusetzende Ersatzkreisfrequenz ist. Man wird daher die abgeleiteten Formeln in hinreichender Übereinstimmung mit den tatsächlichen Verhältnissen auf beliebig lange Leitungen anwenden, wenn man die in die Formel (6) einzusetzende, magnetisch beeinflußte Leitungslänge d durch die Bedingung festlegt, daß der Winkel, der dem Argument des Sinus in Gl. (6) entspricht, $\leq 15°$ sei.

Dieser Bedingung entspricht $\frac{\omega \sqrt{LC}\, d}{2} \approx 0{,}25$. Mit $\omega = 1/T$ und $\sqrt{LC} \doteq 1/c$ (c = Lichtgeschwindigkeit) folgt:

$$d = \frac{T c}{2} . \qquad (9)$$

Das bedeutet, daß die am Aufbau des Höchstwertes der magnetisch induzierten Leitungspannung beiderseits der Einschlagstelle beteiligte Leitungslänge d etwa der halben Zeitkonstante der Blitzstrom-Wellenstirn, ausgedrückt in cm Lichtweg, entspricht. Dieser Wert für d steht mit den Versuchswerten in Einklang.

In die genannten Gleichungen geht der Wert Φ_0, der mittlere Fluß je cm der magnetisch beeinflußten Leitungslänge d, ein. Dieser Wert Φ_0 sinkt mit wachsendem d gemäß der hyperbolischen Verteilung des magnetischen Flusses in der Umgebung des Blitzkanals. Da die beeinflußte Leitungslänge d auch im Argument des Sinus auftritt, gleichen sich die beiden Einflüsse aus, so daß selbst erhebliche Abweichungen von der Bedingung (9) keine übermäßige Verfälschung des wahren Wertes der induzierten Leitungspannung ergeben. Die vorliegenden Näherungsberechnungen, die durch die Versuche ihre Bestätigung gefunden haben, zeigen also, daß für Höchstspannungsleitungen indirekte Beeinflussungen gefährlicher Größe als ausschließliche Störungsquelle ausscheiden, bei Masteinschlägen im Zusammenhang mit dem Spannungabfall in der Erdung hingegen Überschläge begünstigen.

Bei mittlerer Hochspannung erscheinen Überschläge infolge indirekter Beeinflussung bei nahegelegenen Einschlägen nicht ausgeschlossen und um so eher möglich, je größer die Leitungshöhe und je schlechter, d. h. höher, der Masterdungswiderstand ist. Der Masterdungswiderstand spielt in diesem Zusammenhang natürlich nur bei Masteinschlägen, bei denen die Phasen nicht unmittelbar getroffen werden, eine Rolle.

Daß bei Messungen an Leitungen hohe Werte der induzierten Spannung im allgemeinen nicht festgestellt werden, ist dadurch bedingt, daß die steilen und verhältnismäßig kurzen induzierten Wellen einer sehr starken Verschleifung unterliegen.

Der günstige Einfluß von Erdseilen, die bei Masteinschlägen den getroffenen Mast entlasten und Teilströme auf die Nachbarmasten überleiten, also den Spannungsabfall im Erdungswiderstand herabsetzen, erstreckt sich auch auf die induzierten Spannungen; die Erdseilströme induzieren die Phasenseile in einem dem Maststrom entgegengesetzten Sinne, so daß die Spannung zwischen Mastkopf und Phasenseil eine nicht unbeträchtliche Herabsetzung erfährt. Dadurch wird eine wertvolle Entlastung der Isolation des getroffenen Mastes erzielt.

Von grundlegender Bedeutung ist im vorliegenden Zusammenhang die Kenntnis der praktisch auftretenden Stirnsteilheiten der Blitzströme, die beispielsweise nach einem früheren Vorschlag des Verfassers[11]) durch klydonographische Messung von in magnetisch mit dem Blitzstrom gekoppelten Schleifen induzierten Spannungen festgestellt werden könnten. Die Schleifen müßten ähnlich wie die Stahlstäbchen an Hochspannungsmasten angebracht werden.

---

[7]) H. Norinder, Untersuchungen von Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen in Schweden mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen, ETZ 56 (1935) S. 393.

[8]) C. L. Fortescue u. R. N. Conwell, Lightning discharges and line protective measures Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 50 (1931) S. 1090, vgl. ETZ 53 (1932) S. 985.

[9]) Wie Fußnote 6a.

[10]) H. Müller, Das Verhalten der Isolatoren gegen Überspannungen verschiedenen zeitlichen Ablaufs, Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. H. 53/54, S. 1679.

[11]) V. Aigner, Dissertation T. H. Berlin, 1933, S. 111. Vgl. a. Fußnote 6a.

Digitized by Google

Eine Phasenschieber-Kondensatorenanlage für 5000 BkW bei der Kraftwerk Sachsen-Thüringen Aktiengesellschaft.

Von **Hermann Schulze**, Auma.

Übersicht. Nachstehend wird über die Gründe für die Errichtung, die Gesichtspunkte für die Planung und die vorläufigen Betriebsergebnisse einer großen 10 kV-Phasenschieber-Kondensatorenanlage bei einem mitteldeutschen Überlandwerk berichtet.

Mit der Stillegung des Spitzendampfkraftwerkes Auma war bei der Kraftwerk Sachsen-Thüringen Aktiengesellschaft, welche Fernstrom vom Thüringenwerk bezieht, auch die Möglichkeit des Phasenschiebens durch die Betriebsmaschine weggefallen. Wollte man auch nach diesem Zeitpunkt den Fernstrom zu günstigstem Preise beziehen, der nach einem kVA-Grundgebührentarif über die 50/10 kV-Abspannwerke Auma (10 000 kVA) und Gommla (4000 kVA) geliefert wird, so mußte eine Blindleistungserzeugeranlage von 5000 BkW erstellt werden.

Als wirtschaftlichste Maßnahmen zur Beschaffung einer solchen Phasenschieberanlage kamen in Frage:

a) der nur rd. 20 000 RM kostende Umbau des Generators vom 6000 kVA-Turbosatz im Dampfkraftwerk Auma in einen 5000 BkW-Synchronphasenschieber oder

b) die Aufstellung einer 10 kV-Phasenschieber-Kondensatorenanlage gleicher Leistung mit einem Kostenaufwand von rd. 120 000 RM.

Trotz des rd. 100 000 RM höheren Kostenaufwandes erwies sich, bedingt durch die Verlustbilanz der Anlagen gemäß a) und b) — der Synchronphasenschieber benötigt eine Vollastverlustleistung von 300 kW, die 5000 BkW-Kondensatorenanlage nur eine solche von $0{,}002 \cdot 5000 = 10$ kW —, die Aufstellung von Kondensatoren dem Umbau des Generators wirtschaftlich erheblich überlegen. Schreibt man, wie dies erforderlich bzw. berechtigt ist, bis zum Ende des Fernstrombezugsvertrages (10 Jahre) die Anlagenerweiterung gemäß a) auf 0 RM, die Kondensatoren gemäß b) auf die Hälfte, d. h. auf 60 000 RM, ab, so ergibt die Blindleistungserzeugung durch Kondensatoren gegenüber der mittels Synchronphasenschieber in dem obengenannten Zeitraum von 10 Jahren eine

Ersparnis von mindestens 250 000 RM.

Die geringere Abschreibung auf die Kondensatoren rechtfertigt sich deshalb, weil diese, in kleinere Einheiten von 50 bis 100 BkW aufgeteilt, auch nach dem Ablauf des Vertrags durch die Möglichkeit dezentraler Aufstellung im 10 kV-Netz (Steigerung seiner Übertragungsfähigkeit) noch erheblichen Wert besitzen.

Das bisher bekanntgewordene in- und ausländische Fachschrifttum[1]) enthielt leider keine Unterlagen über praktische Erfahrungen mit Kondensatorenanlagen des in Frage kommenden Ausmaßes in großen Mittelspannungsnetzen. Aus diesem Grunde wurden eingehende Vorversuche, insbesondere oszillographische Untersuchungen namentlich der Ein- und Ausschaltvorgänge an 10 kV-Versuchskondensatoren zur Ermittlung der Eigenfrequenz des Netzes usw., durchgeführt. Sie ergaben in bezug auf zu erwartende Resonanzerscheinungen, Spannungskurvenverzerrungen, Beeinflussung des Wahlschutzes und der Erdschlußstromkompensation über den Durchschnitt günstige Verhältnisse und zugleich wertvolle Richtlinien für die Auslegung der Kondensatoren. Der große wirtschaftliche Vorteil, in 10 Jahren des Phasenschieberbetriebes mit Kondensatoren bei Abschreibung ihres Anlagekapitals auf die Hälfte rd. 250 000 RM gegenüber dem Betrieb mit Synchronphasenschieber sparen zu können, wurde maßgebend, das für die Beschaffung der Kondensatoren u. U. doch noch verbleibende Risiko in Kauf zu nehmen.

Die Anfang Dezember 1934 in Betrieb gesetzte Kondensatorenanlage umfaßt (Zahlentafel 1):

Zahlentafel 1.

Aufstellungsort	Leistung	unterteilt in Elemente	unterteilt in zu je
Fernstrom-Abspannwerk Auma	Batterie I: 1000 BkW	10	100 BkW
	„ II: 2000 BkW	20	100 BkW
Fernstrom-Abspannwerk Gommla	$2 \times 400 = 800$ BkW	2×8	50 BkW
verteilt im 10 kV-Netz	1200 BkW	24	50 BkW
Gesamt	5000 BkW		

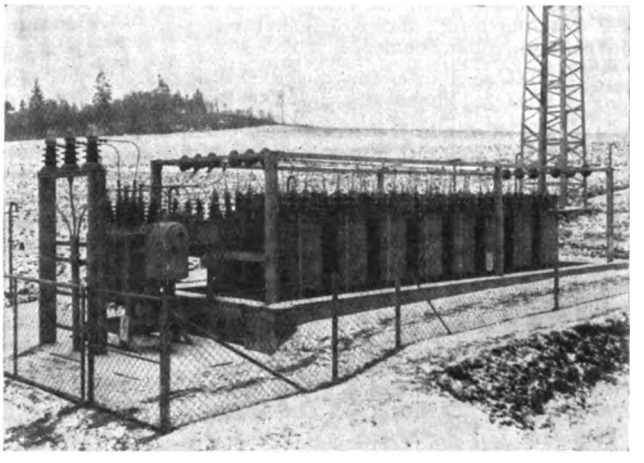


Abb. 1. 800 BkW-Kondensatorenbatterie in Gommla.

Die 800 BkW-Batterie im Abspannwerk Gommla ist als Freiluftanlage (Abb. 1), alle übrigen Batterien sind für Innenraumaufstellung (Abb. 2) ausgeführt. Die Zusammenfassung von 3000 BkW bzw. 800 BkW in den Fernstrom-Abspannwerken — gegenüber einer möglichst ver-

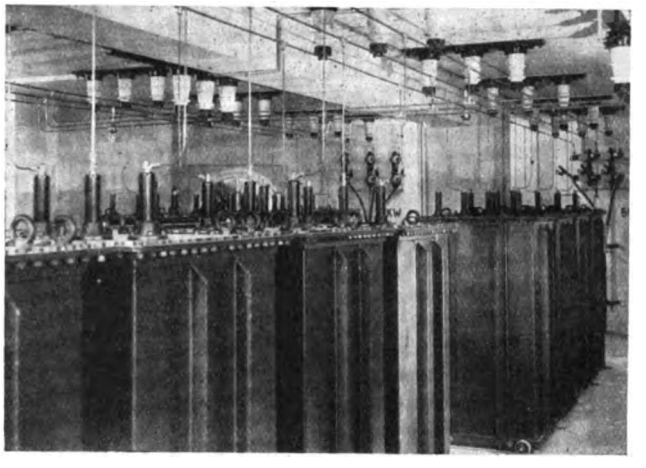


Abb. 2. 1000- und 2000 BkW-Kondensatorenbatterien in Auma.

teilten Aufstellung im Netz (Erzeugung der Blindleistung so nahe wie möglich am Ort des Verbrauches) — war nötig, um der Betriebsführung die Einsatzkommandogewalt über einen ausreichenden Teil der für den Netzschwachlastbetrieb abschaltbar einzurichtenden Kondensatorenleistung zu sichern. Die Zusammensetzung der Batterien aus Elementen von 100 bzw. 50 BkW erfolgte, um die gesamte Kondensatorenleistung später — z. B. nach Ersatz des kVA-Grundgebührentarifes durch einen kW-Grundgebührentarif mit Berechnung der Blindarbeit — weitestgehend auf das 10 kV-Netz (Aufstellung der Kondensatoren bei den Abnehmern) verteilen zu können;

[1]) Bauer, Der Kondensator in der Starkstromtechnik, Berlin 1934, Verlag J. Springer. Hürbin, Statische Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors in ihrer Rückwirkung auf das Netz, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 20 (1929) H. 19.
Außerdem: ETZ 1930, S. 1227; 1931, S. 1517; 1933, S. 672; 1934, S. 275, 364, 1021. Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 1931, S. 509; 1934, S. 10, 463. Elektrotechn. u. Maschinenb. 1932, S. 166. Siemens-Z. 1931, S. 10; 1932, S. 357. AEG-Mitt. 1930, S. 236. Elektr.-Verwertg. 1932/33, S. 374. Elektr. Bahnen 1932, S. 98. Electr. Wld., N. Y., 1934, S. 375, 942.

Digitized by Google

sie gestattet zugleich den Verzicht auf besondere Reservehaltung, weil der Ausfall eines oder mehrerer Elemente überhaupt nicht ins Gewicht fällt. Sämtliche Kondensatoren wurden so ausgelegt, daß sie

1. sich dauernd mit einer um 10 % höheren Spannung — die Nennleistung bezieht sich auf die Nennspannung von 10,5 kV — betreiben lassen und
2. dauernd einen, vorzugsweise durch die bei Kondensatorenbetrieb sich einstellende 5. Harmonische bedingten Überstrom von insgesamt 100 %, bezogen auf die Grundwellen-Nennstromaufnahme, aushalten[2]).

Jedes Element besteht aus einer Vielzahl von Wickeln, von denen jedes besonders abgesichert ist. Die Nullpunkte der in Stern geschalteten Kondensatoren sind — für Meß- und Relaiszwecke — über Deckel herausgeführt.

Die in den Abspannwerken Auma und Gommla stehenden Batterien sind durch 20 kV-Kabel an die 10 kV-Sammelschienen angeschlossen. Sie werden durch Vorstufenölschalter geschaltet. Die außenliegenden Vorstufenwiderstände für die beiden Kondensatorenschalter in Auma, Reihe 20, 600 A, wurden nach der Überlegung, daß die Widerstände im ersten Augenblick (Kurzschluß) die Nennleistung der Kondensatoren als Wirkleistung aufnehmen sollen, bemessen zu

120 Ω je Phase für die 1000 BkW-Batterie,
60 Ω je Phase für die 2000 BkW-Batterie.

Die Vorwiderstände jeder Phase bestehen aus je 2 Einzelwiderständen zu 60 Ω und können dadurch auf die Werte von 120, 60 und 30 Ω je Phase umgeschaltet werden. Mit diesen Vorwiderständen (120 oder 60 oder 30 Ω) lassen sich, wie der praktische Betrieb inzwischen bewiesen hat, auch 3000 BkW mit einem einzigen Schalter einwandfrei schalten. Der gleichen Überlegung folgend, hätten die innenliegenden Vorwiderstände für den Freiluftschalter der 800 BkW-Batterie in Gommla, Reihe 20, 350 A, zu rd. 140 Ω je Phase bemessen werden müssen. Sie wurden jedoch nur zu rd. 50 Ω je Phase ausgelegt, um möglichst viele der Klärung des Schaltproblems dienende praktische Ergebnisse zu erhalten nach der Überlegung, daß der bei Aufladung der Batterie auf eine gegenüber der Netzspannung um das $\frac{1}{\sqrt{2}}$-fache kleinere und um 45 ° verdrehte Spannung entstehende Stromstoß nur um das $\frac{1}{\sqrt{2}}$-fache niedriger ist als beim vorstufenlosen Schalten. Die Schaltzeit für das Überschalten der Schalter von den Vor- auf die Hauptkontakte beträgt 2 bis 3 Perioden.

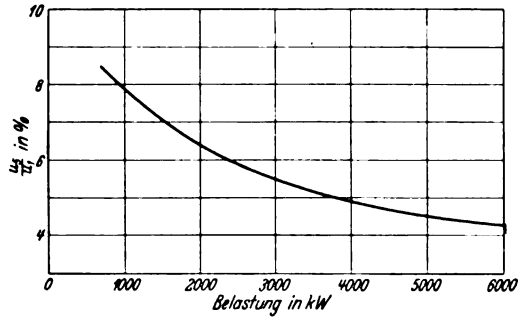
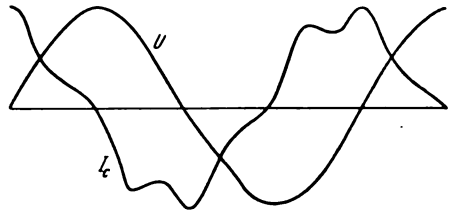


Abb. 3. Fünfte Oberwelle in der 10 kV-Spannung (vor Einbau der Kondensatoren).

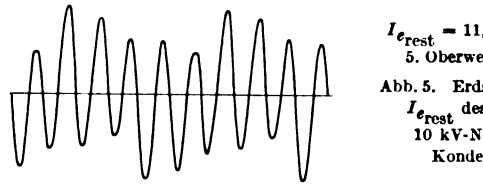
Das 20 kV-Drehstromkabel für die 800 BkW-Batterie in Gommla wurde wegen der besonders betriebsicheren Ausbildung der Freiluftendverschlüsse (Abb. 1) als Dreibleimantelkabel ausgelegt. Dabei mußte eine etwa mögliche Gefährdung des Kabels durch erhöhte Rückstromverluste[3]), verursacht durch die Oberwellenstromaufnahme der Kondensatoren, berücksichtigt werden. Das geschah mit ausreichender Wirkung einfach durch Bemessung des nur rd. 25 m langen Kabels mit einem Querschnitt von 3 · 50 mm² Cu. An Stelle der sonst vor Kondensatoren üblichen teueren Einleiter-Stabstromwandler wurden in Auma Querloch-Durchführungstromwandler mit Schutzwiderständen und Parallelfunkenstrecken und in Gommla U-Rohr-Stromwandler verwendet.



	3. Oberwelle	5. Oberwelle
10 kV-Spannung . . .	1,40%	2,10%
Kond.-Strom	4,20%	10,50%

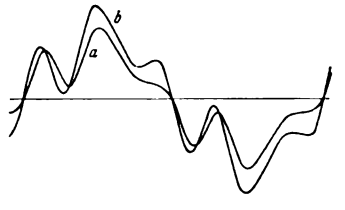
Abb. 4. 10 kV-Spannung U und Strom I_c der 2000 BkW-Kondensatorenbatterie in Auma.

Die Anlage befindet sich seit Anfang Dezember 1934 in regelmäßigem Betrieb. Sie arbeitet in jeder Hinsicht vollkommen einwandfrei; alle ihre Einzelteile haben bis jetzt die an sie gestellten Forderungen restlos erfüllt. Das Verhalten der Kondensatoren in dem über 900 km langen 10 kV-Netz (gerechnet einschl. der Großabnehmernetze) ist sogar noch günstiger, als auf Grund der Voruntersuchungen angenommen werden konnte. Die Spannungskurve, die vor dem Einbau der Kondensatoren in größerem Umfange nur die 5. Oberwelle (Abb. 3) enthielt, ist bei Betrieb mit Kondensatoren im Durchschnitt wesentlich sauberer als zuvor (Abb. 4). Durch eine Kunstschaltung ist es sogar möglich, den Leistungsfaktor des Fernstrombezuges auch im Netzschwachlastbetrieb (Sonntags, nachts) ohne Verzerrung der Spannungskurve (s. Zahlentafel 2) auf rd. 1 zu halten. Abb. 5 und 6 zeigen den günstigen Einfluß der Kondensatoren auf die Erdschlußlöschung[4]) im 10 kV-Netz.



$I_{e_{rest}}$ = 11,3 A (effektiv)
5. Oberwelle = 298%

Abb. 5. Erdschlußreststrom $I_{e_{rest}}$ des gelöschten 10 kV-Netzes ohne Kondensatoren.



Kond.-Leistg.	$I_{e_{rest}}$	3. Oberwelle	5. Oberwelle
a 2000 BkW	6,5 A (effektiv)	17,1%	31,0%
b 3000 „	8,5 „	21,7%	34,5%

Abb. 6. Erdschlußrestströme $I_{e_{rest}}$ des gelöschten 10 kV-Netzes mit Kondensatoren.

Zahlentafel 2. Messung der 10 kV-Spannung mit Oberwellenmeßgerät am 28./29. XII. 1934.

Eingeschaltete Kondensatorenleistung (verteilt i. 10 kV-Netz): 1200 BkW; Fernstrombezugs-Leistungsfaktor: 1.

Uhrzeit	Belastung kW	Grundwelle Sk-T.	3. Oberwelle Sk-T	3. Oberwelle %	5. Oberwelle Sk-T	5. Oberwelle %	7. Oberwelle Sk-T	7. Oberwelle %	9. Oberwelle Sk-T	9. Oberwelle %
20⁰⁰	3450	119	4,8	4,03	4,8	4,03	4,7	3,95	4,7	3,95
21⁰⁰	2950	118	4,8	4,07	6,1	5,17	4,8	4,07	4,8	4,07
22⁰⁰	2400	119	5,0	4,20	6,2	5,21	4,9	4,12	4,8	4,03
23⁰⁰	1500	116	4,8	4,13	6,6	5,68	4,8	4,13	4,8	4,13
24⁰⁰	1100	114	4,8	4,21	5,2	4,56	4,6	4,03	4,6	4,03
1⁰⁰	1000	116	4,9	4,22	5,2	4,48	4,7	4,05	4,7	4,05
2⁰⁰	900	117	4,9	4,18	5,2	4,44	4,7	4,02	4,7	4,02
3⁰⁰	900	117	4,9	4,18	5,2	4,44	4,6	3,13	4,6	3,13
4⁰⁰	900	117	4,9	4,18	5,1	4,37	4,7	4,02	4,7	4,02
5⁰⁰	1000	117	4,9	4,18	5,1	4,37	4,6	3,93	4,6	3,13

Die vorläufigen Betriebsergebnisse beweisen, daß sich die bei Betrieb von Kondensatoren in ausgedehnten Mittel-

[2]) Die Kondensatoren wurden vorsichtshalber für diese große Oberwellenleistung bemessen, weil bei Planung der Anlage so gut wie überhaupt keine Erfahrungen vorlagen. Die praktischen Betriebsergebnisse dieser Anlage beweisen aber, daß eine Auslegung von Kondensatoren für eine so weitgehende Oberwellen-Überlastbarkeit im allgemeinen nicht erforderlich ist.

[3]) Die Rückstromverluste, die sich infolge Summierung der Oberwellen dreifacher Gradzahl der einzelnen Phasen besonders stark für Ströme 3facher Frequenz herausbilden, sind nach dem Transformationsgesetz direkt proportional der Frequenz, z. B. 150 bei Strömen der 3. Oberwelle. Vgl. a. Gocht, Diss. T. H. Darmstadt 1930 (s. a. ETZ 1933, S. 158).

[4]) Vgl. a. Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 40.

Digitized by Google

spannungsnetzen so gefürchteten Oberwellenerscheinungen vermeiden lassen. Es kommt nur darauf an,

1. die Netzeigenfrequenz — erforderlichenfalls durch Kunstschaltungen — auf eine Oberwelle gerader Ordnungszahl bzw. in ihre Nähe zu verstimmen und
2. diese Verstimmung auch bei sich plötzlich ändernden Betriebszuständen (Ausfall einer Leitung usw.) mit Sicherheit aufrechtzuerhalten.

Die Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen hat Anfang Februar 1935 die Vorgänge beim Ein-, Aus- und Parallelschalten der Kondensatoren durch Öl- und öllose Schalter mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen untersucht. Sie wird das Ergebnis dieser für das Schalten großer Hochspannungs-Kondensatorenbatterien grundlegenden Untersuchungen der Fachwelt auf der diesjährigen Jahresversammlung des VDE bekanntgeben.

Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorrad-Ausstellung 1935 in Berlin.

Von Dipl.-Ing. W. Rödiger, Berlin.

Übersicht. Es wird auf die Entwicklung hingewiesen, die durch die Verwendung heimischer Treibstoffe vorgezeichnet ist. Über die Schau von Elektrofahrzeugen und die für die Verwendung derselben erforderlichen Zubehörteile und Einrichtungen wird berichtet. Die ausgestellten akkumulatorelektrischen Fahrzeuge, die Oberleitungs-Omnibusse und ein dieselelektrischer Omnibus werden besprochen. Die Fortschritte der Normung der Batterien für Elektrofahrzeuge, die Starter- und Zündanlagen, die Beleuchtung, die Werkstattausrüstungen, die Prüf-, Kontroll- und Signalanlagen im allgemeinen Automobilbau werden behandelt.

Die diesjährige Automobilausstellung war die größte bisher in Deutschland zusammengestellte Schau dieser Art. Sie gab ein klassisch zu nennendes Bild von den Bemühungen um die vom Führer erst vor Jahresfrist geforderte Motorisierung Deutschlands. Nach der Überfülle der Neukonstruktionen der vergangenen Jahre (Schwingachse, Frontantrieb, Heckmotor, Stabfederung usw.) ist eine Zeit der Ruhe eingetreten, die zum Ausbau und zur Vervollkommnung des Neugeschaffenen benutzt wurde. Unverkennbar war die Anpassung der Konstruktionen zahlreicher Fahrzeuge, wie Omnibusse, Schnellastwagen und Personenwagen, an die Erfordernisse des Verkehrs auf den entstehenden Autobahnen. Bis zu einem gewissen Grade stand die Schau unter dem Zeichen der Verwendung heimischer Treibstoffe. Als solche kommen flüssige, gasförmige und feste Treibstoffe in Betracht, die aus deutschem Öl, aus der Kohle und aus Holz gewonnen werden. Dazu tritt für ein ganz bestimmtes Verkehrsgebiet — nämlich den Nahverkehr — die Elektrizität, die ebenfalls aus der Kohle und aus unseren heimischen Wasserkräften gewonnen wird. Z. Z. dienen dem Nahverkehr annähernd 75 000 Lastfahrzeuge, von denen nur 20 000 einschließlich Elektrokarren elektrisch betrieben werden.

Von den Elektrizitätswerken und der Elektroindustrie wurde schon bei der im Juni 1934 erfolgten Gründung der „Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft" (AFE) die Abteilung „Elektrofahrzeuge" geschaffen mit der Aufgabe, restlose Aufklärung über das Elektrofahrzeug in die breitesten Bevölkerungschichten zu tragen und die Verwendung elektrischer Fahrzeuge im Interesse der deutschen Volkswirtschaft und wegen ihrer technischen und wirtschaftlichen Vorzüge zu fördern. Unter der Führung der AFE waren denn auch auf einem fast die ganze Längsseite der Halle VI einnehmenden Stande vier Elektrofahrzeuge bauende Firmen und vier Akkumulatorenwerke, die Fahrzeugbatterien herstellen, zu einer Gemeinschaftsschau vereinigt, die zusammen mit einigen anderen Ständen ein Bild dessen bot, was diese Industrien zu liefern in der Lage sind.

Elektrofahrzeuge.

Elektrolastwagen. Es war ein akkumulatorelektrischer Wagen für 2000 kg Nutzlast mit Führerhaus und Pritsche ausgestellt, der eine Geschwindigkeit von 19 km/h bei voller Last und von 25 km/h unbelastet hat. Die eingebaute Batterie hat eine Leistung von 250 Ah bei 75 bis 80 V Betriebspannung. Der Fahrschalter ist mit drei Vorwärts- und drei Rückwärtsfahrstellungen ausgerüstet. Daneben war ein Führerstand-Vierradlenker für 2000 kg Nutzlast mit Pneumassivbereifung zu sehen. Die in dieses Fahrzeug eingebaute Batterie hat eine Leistung von 160 Ah und besteht aus 40 Zellen. Der Raum für die Unterbringung der Batterie ist so bemessen, daß auch eine solche von 200 Ah eingebaut werden kann. Ferner war ein akkumulatorelektrischer Lieferwagen von 750 kg Nutzlast mit neuzeitlicher Linienführung zu sehen, der, von einem Doppelkommutatormotor von 3,5 kW angetrieben, eine Unterteilung der Akkumulatorenbatterie zum Zwecke der Geschwindigkeitsregelung vermeidet. Die Batterie mit einer Leistung von 150 Ah bei 75 bis 80 V Betriebsspannung ist vor dem Führersitz unter einer Haube eingebaut. Der Fahrbereich beträgt etwa 70 km mit einer Batterieladung und die Höchstgeschwindigkeit etwa 27 km/h. Die Kraftübertragung erfolgt durch Kardan mit Ausgleichsgetriebe. Zwei mechanische und eine elektrische

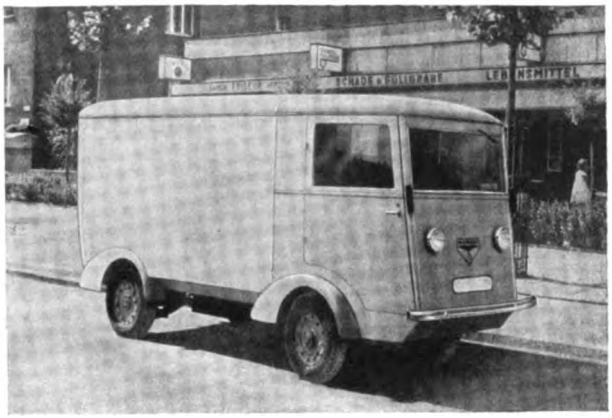


Abb. 1. Akkumulatorelektrischer Lieferwagen für 1 t Nutzlast.

Bremse sind zur Sicherung des Fahrbetriebes vorgesehen. Ein anderer Elektrolastwagen für 2000 kg Nutzlast, nach den neuesten Kraftfahrzeugnormen gebaut, war in seinem Äußeren kaum von einem Treibstoffwagen zu unterscheiden. Der Wagen hat eine Geschwindigkeit von etwa 28 km/h und ist mit Einmotorenantrieb, Kegelrad-Stirnrad-Differentialgetriebe gebaut. Zwei weitere Elektrolastwagen waren für 2 bzw. 2,5 t Nutzlast eingerichtet. Die Geschwindigkeit des ersten Fahrzeuges ist dem Stadtverkehr angepaßt. Der Fahrbereich mit einer Batterieladung beträgt 70 km. Die Batterie hängt unter dem Fahrgestell und kann seitlich bequem herausgenommen werden. Der andere Lastwagen für 2,5 t Nutzlast ist zur Verwendung als Arbeitswagen im Straßen- und Kanalreinigungsdienst gebaut. Er hat einen offenen Führerstand und einen Pritschenaufbau von 2800 mm Länge und 1400 mm Breite. Bei diesem Wagen sind beliebig andere Aufbauten möglich, wie Kippmulden mit Kran, Mülltrommeln u. dgl. Entsprechend seiner Verwendung ist diesem Fahrzeug nur eine Geschwindigkeit von 11,5 km/h bei Vollast und von 15 km/h ohne Last gegeben. Sein Fahrbereich beträgt etwa 55 km mit einer Batterieladung. Die leichte Auswechselbarkeit der Batterie durch seitliches Ausfahren ermöglicht auf einfachste Weise eine Erweiterung des Fahrbereichs durch Auswechseln der Batterien. Ein anderer 2 t-Lastwagen wird von einem 10 PS-Hauptstrommotor angetrieben, der bis zu 100 % überlastbar ist. Die Batterie besteht aus 40 Zellen mit einer Leistung von 280 Ah. Sie hängt unter dem Rahmen und kann mit einem besonderen Windewerk herabgelassen werden. Die Hinterachse ist in Banjoform ausgebildet mit Spiral-Kegelrad-Antrieb. Der Fahrschalter hat vier Geschwindigkeitsstufen für Geschwindigkeiten von 5 bis 30 km/h. Die Rückwärtsfahrt erfolgt durch Umschalten der Stromrichtung. Das Eigengewicht des Fahrzeuges beträgt 2600 kg. Ein Elektrolastwagen für 3500 kg Nutzlast war

Digitized by Google

zur Schau gestellt, bei dem erstmalig in der Unterbringung und Einteilung der Batterie die Batterienormungsbestrebungen für Elektrofahrzeuge zur Geltung gebracht waren, indem die aus 40 Zellen bestehende Akumulatorenbatterie in 4 Kästen, und zwar in je zwei Kästen an jeder Seite unter den Längsträgern des Rahmens, untergebracht

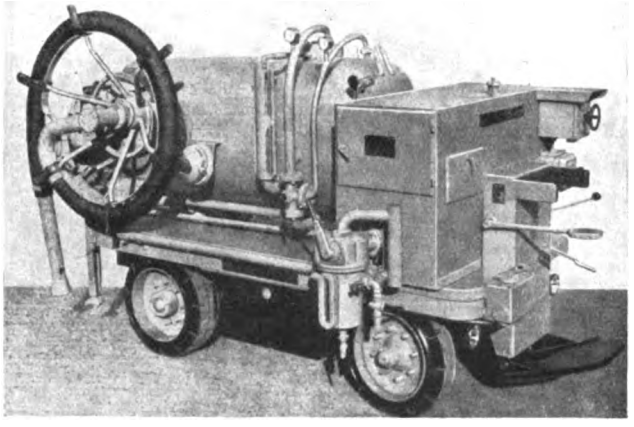


Abb. 2. Elektro-Führerstand-Karren mit elektrisch angetriebener Kompressorpumpe zur Reinigung von Sinkkästen.

ist. Widerstände und Schaltapparate sind unter einem Haubenvorbau eingebaut. Trotz der verhältnismäßig hohen Tragfähigkeit und der sehr starken Batterie hält sich das Eigengewicht dieses Wagens in bescheidenen Grenzen und übersteigt nicht das Normalgewicht eines 3½ t-Treibstoffwagens. Eine abweichende Form hatte ein Lieferwagen von 1000 kg Nutzlast, bei dem der Charakter des Elektrofahrzeuges betont wird, indem jede Kühlerandeutung fortgelassen ist (Abb. 1). Vermöge seiner kurzen Bauart ist er außerordentlich manövrierfähig, eine Eigenschaft, die ihn im besonderen für den Stadtverkehr geeignet macht. Seine Geschwindigkeit beträgt etwa 30 km/h.

Die Reichspost, die einen reich beschickten Stand in der Halle I A hatte, zeigte einen akkumulatorelektrischen Lieferwagen mit Kastenaufbau für 750 kg Nutzlast mit Einmotorenantrieb. Die Geschwindigkeit dieses Wagens, der von einem 4½ PS-Motor angetrieben wird, beträgt 27 km/h. Die Kraftübertragung erfolgt durch Kardan und Differential auf die Hinterräder. Der Fahrbereich mit einer Batterieladung beträgt etwa 70 km und wird von einer Batterie, bestehend aus 40 Elementen mit einer Kapazität von 140 Ah, gewährleistet.

Elektrokarren. Ein durch seine Wendigkeit besonders für Werkstätten geeigneter Elektrokarren für 1000 kg Nutzlast mit Führerstand hatte Einmotorenantrieb mit Kegelrad-Stirnrad-Differentialübertragung. Für Straßenfahrten erhält der Karren eine Feststellbremse. Durch Einbau einer Hubvorrichtung läßt sich aus ihm ein Sonderfahrzeug herstellen, das bei Verwendung von Ladebänken einen ununterbrochenen Fahrbetrieb ohne Belade- und Entladepausen ermöglicht. Weiter war ein Führerstandkarren für 3000 kg Nutzlast ausgestellt, ebenfalls mit Einmotorenantrieb und Kegelrad-Stirnrad-Differentialgetriebe, der als Straßenfahrzeug für den städtischen Reinigungsbetrieb verwendet wird (Abb. 2). Mit einem solchen Fahrzeug können 100 bis 200 Sinkkästen täglich entleert werden. Die Kompressorpumpe wird durch einen besonderen Elektromotor angetrieben, der seinen Strom ebenfalls aus der Fahrbatterie bezieht. Ein anderer Elektrokarren für 1,5 t Nutzlast erhält seinen Antrieb durch einen gekapselten 3 PS-Hauptstrommotor, der bis auf 6 PS überlastet werden kann. Die Kraftübertragung erfolgt durch Kardan, Schnecke und Ausgleichsgetriebe. Der Fahrschalter hat drei Vorwärts- und drei Rückwärtsstellungen. Die Batterie besteht aus 20 Zellen mit einer Leistung von 240 Ah. Die Geschwindigkeit beträgt bei Vollast 12 bis 14 km/h und leer 15 bis 16 km/h. Der Fahrbereich beträgt 40 bis 50 km mit einer Batterieladung. Ein Elektrokarren hatte Körpergewichtssteuerung. Bei Kurvenfahrten legt der Fahrer, der auf einer Wippe steht, das Gewicht seines Körpers in die Kurve. Entsprechend sinnfällig ist auch die Schaltung. Ein senkrechtes Handrad wird in die gewünschte Fahrtrichtung gedreht und bietet zusammen mit dem Griff der Bremse, die nach dem Totmanns-Prinzip ausgebildet ist, dem Fahrer einen festen Halt. Der Karren kann auch als Hub-, Stapel-, Kran- und Niederflurwagen ausgeführt werden und wird für 750 bis 7000 kg Nutzlast gebaut.

Oberleitungsomnibusse. Neben einem Oberleitungsomnibus, der seit Dezember 1933 auf der Obbusstrecke Spandau—Staaken in regelmäßigem Betrieb verkehrt[1]), war ein Oberleitungsomnibus ausgestellt (Abb. 3), der für die Strecke Steglitz—Lankwitz—Marienfelde in Berlin bestimmt ist. Er hat eine Länge von 11 m sowie eine Breite von 2,5 m. Er bietet 36 Sitzplätze und 30 Stehplätze. Der Antrieb erfolgt durch zwei Motoren von je 50 kW Leistung, die bemerkenswerterweise an beiden Seiten des abgefederten Rahmens angebracht sind, und von denen jeder die zwei Hinterräder seiner Seite antreibt. Das dreiachsige Fahrzeug ist mit einer Gesamtantriebsleistung von 100 kW wohl der stärkste bisher in Deutschland gebaute Obbus. Er erreicht trotz sehr geringer Haltestellenentfernung (270 m) die hohe Reisegeschwindigkeit von 20 km/h. Die Beschleunigung erfolgt stoßfrei durch ein selbsttätig fortschaltendes Schaltwerk, das durch einen Fußhebel in Tätigkeit gesetzt wird. Die Zentral-Luftheizungsanlage des Wagens ist in diesem Fahrzeug zum erstenmal in Deutschland angewandt. Der hierfür im Wagen vorgesehene elektrische Lüfter sorgt im Sommer auch für die Frischluftzufuhr. Das Gesamtgewicht des unbesetzten Wagens beträgt etwa 9,5 t. Die Betriebspannung ist wie bei der Straßenbahn 550 V.

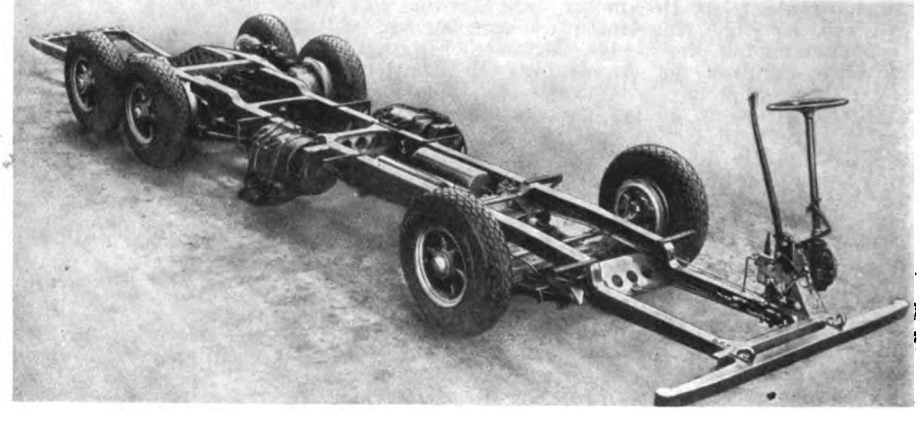


Abb. 3. Fahrgestell des Obbus für die Strecke Steglitz—Marienfelde (Berlin).

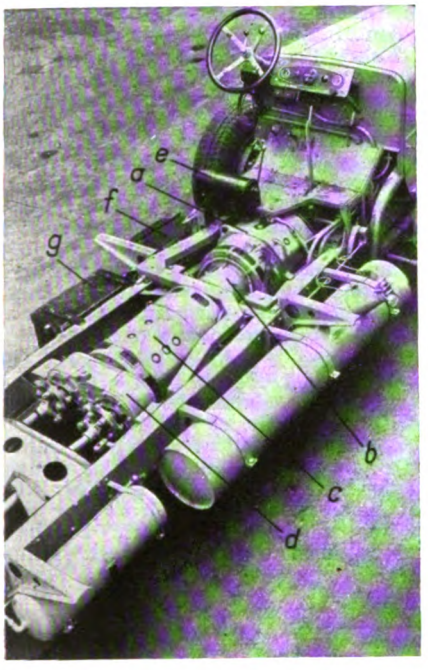
Dieselelektrische Fahrzeuge.

Auf einem besonderen Stande war ein dieselelektrischer Omnibus ausgestellt, der zwar nicht als rein elektrisches Fahrzeug anzusprechen ist, aber in der elektrischen Übertragung eine vollständige elektrische Kraftanlage besitzt. Dieser Wagen ist von der Berliner Verkehrs-AG. für einen praktischen Versuch in Auftrag gegeben, um eine Anzahl offenstehender Fragen, die mit der Verwendung von dieselelektrischen Omnibussen zusammenhängen, zu klären. Der Omnibus ist mit einem Doppeldeckaufbau für insgesamt 75 Fahrgäste versehen. Ein Dieselmotor von 110/120 PS Leistung bei 1500 U/min ist im Vorderteil des Fahrgestelles untergebracht. Er treibt über eine elastische Kupplung den auf Gummiklötzen in einem Hilfsrahmen gelagerten Generator (Dynamomaschine) an (Abb. 4). Der Fahrmotor ist gleich hinter dem Stromerzeuger im Rahmen aufgehängt. Ein an den Elektromotor angeflanschtes Zwischengetriebe verteilt das Drehmoment des Elektromotors auf zwei Kardanwellen, die über je ein Differential die beiden Hinterachsen des Wagens vermittels Ritzel antreiben. Die Schaltung der elektrischen Kraftübertragung ist in Abb. 5 angegeben. Ein vierpoliger Generator für eine Dauerleistung von 80 kW mit einer Hilfsmaschine, die selbsttätig die Erregung des Generators beeinflußt und an den Generator angeflanscht ist, liefert den Strom für den Fahrmotor,

[1]) ETZ 55 (1934) S. 194.

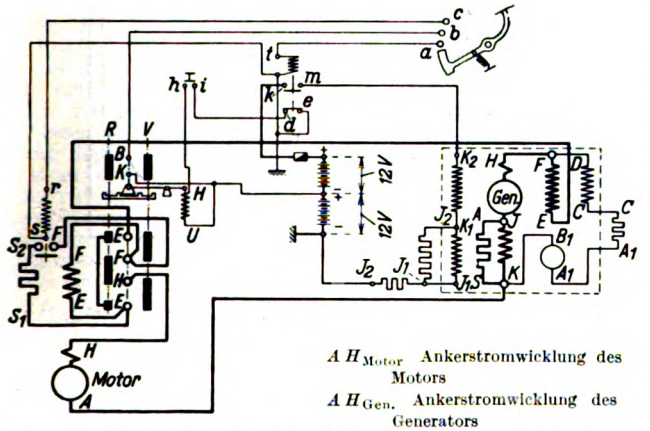
Digitized by Google

der über einem Fahrtwender unmittelbar mit dem Stromerzeuger verbunden ist und eine Stundenleistung von 90 kW bei 1440 U/min hat. Die Gesamtübersetzung beträgt 1 : 9,85. Die Höchstgeschwindigkeit des Wagens ist 60 km/h. Der Fußhebel zum Gasgeben für den Dieselmotor ist durch ein Gestänge mit dem Steuerschalter für



a Generator
b Erregermaschine
c Antriebsmotor
d Zwischengetriebe
e Fahrrichtungsschalter
f Widerstandskasten
g Schützkasten

Abb. 4. Anordnung der Kraftübertragung im dieselelektrischen Omnibus.



a, b, c Kontakte am Fußpedalschalter
d, e, t Hilfskontakte am Feldschütz
k, m Hauptkontakte am Feldschütz
h, i Druckknopfkontakte zur Aufhebung der Sperrung des Fahrtwenders
H, U Sperrspule im Fahrtwender
r, s Spule des Shuntschützes
S_1, S_2 Shuntwiderstand f. d. Fahrmotor
S_2, *F* Hauptkontakte am Shuntschütz
B, E, F, H, K Walzenfinger im Fahrtwender
E F Hauptstromwicklung des Motors
$A\,H_{Motor}$ Ankerstromwicklung des Motors
$A\,H_{Gen.}$ Ankerstromwicklung des Generators
$E\,F_{Gen.}$ Kompoundwicklung des Generators
C D Nebenschlußwicklung des Generators
$C\,A_1$ Vorschaltwiderstand zum Nebenschlußfeld
$J_2\,K_2$ Batteriewicklung des Generators
$A_1\,B_1$ Anker der Hilfsmaschine
J K Gegenkompoundwicklung der Hilfsmaschine
J S Shunt zur Gegenkompoundwicklung der Hilfsmaschine
$J_1\,K_1$ Batteriewicklung der Hilfsmaschine mit Nebenschlußwiderstand
$J_1\,J_2$ Einstellwiderstand f. d. Batteriewicklungen

Abb. 5. Schaltung des dieselelektrischen Omnibusses.

Felderregung und Feldschwächung des Fahrmotors verbunden. Das Anlassen des Dieselmotors erfolgt durch einen Anlaßschalter. Der für das Laden der Starterbatterie von 24 V Spannung erforderliche Strom wird einer Lichtmaschine entnommen, die bei 1000 U/min eine Dauerleistung von 1200 W besitzt.

Fahrstrombatterien und Starterbatterien.

An den Fahrstrom- und Starterbatterien war allgemein eine entwicklungsmäßige Vervollkommnung der Ausführungen und bei den Starterbatterien eine den immer höher werdenden Ansprüchen entsprechende Vergrößerung der Kapazität festzustellen. Verschiedentlich waren außergewöhnlich große Starterbatterien für schwerste Dieselfahrzeuge in Blei- und Stahlausführung zu sehen.

Bemerkenswert war eine Normal-Bleibatterie, die als Einheit oder in Verdoppelung bzw. Vervierfachung in allen genormten Fahrzeuggrößen und Fabrikaten verwendet werden kann. Unter den verschiedenen Fahrstrombatterien sei eine Bleibatterie mit einer besonders engmaschigen Gitterplatte von hoher mechanischer Festigkeit erwähnt. Außerdem war eine Stahlbatterie in Nickel-Kadmium-Ausführung zu sehen, bestehend aus 34 Zellen mit einer mittleren Entladespannung von 40 V und einer Leistung von 192 Ah bei fünfstündiger Entladung.

Ferner waren Starterbatterien in Bleiausführung von 24 bis 400 Ah Leistungsfähigkeit für Diesellokomotiven ausgestellt; auch Starterbatterien in Stahlausführung für Personenwagen und 24 V-Stahlbatterien für Dieselstarter wurden gezeigt. Um bei den Bleibatterien das Oxydieren der Pole zu verhindern, waren diese an gezeigten Autoblockbatterien einvulkanisiert. Erneut wurde ferner auf die in der Satzgießmaschine nach dem Gießvorgang mit Brücke und Polen verschweißten Plattensätze hingewiesen sowie darauf, daß dieses Verfahren auch bei den neuen Motorradbatterien, die großen Erschütterungen ausgesetzt sind, zum Zwecke größtmöglicher Stabilität durchgeführt wird.

Eine Neuheit stellt ein Säurestandsprüfer dar, ein als Pfeife ausgebildetes Glasröhrchen mit Gummiball, das zur Säurestandsmessung bei schwer zugänglichen Batterien gebraucht wird. Ebenfalls neu war ein Gerät zur Prüfung des Entladegrades einer Batterie. Es wird in zwei Ausführungen hergestellt. Die eine besteht in einem gewöhnlichen Spannungsmesser, der durch Druckkontakt an die belastete Batterie angeschlossen wird und die Spannung der in der Entladung begriffenen Batterie zeigt. Die zweite Ausführung besteht in einer Trockenbatterie derselben Spannung, wie sie die Starterbatterie hat, und zwar ist sie mit entgegengesetzter Polung in einen Stromkreis geschaltet, in dem sich auch eine Glühlampe niedriger Spannung befindet. Schließt man den Stromkreis, was durch einen Druckknopf am Armaturenbrett geschieht, so werden die beiden Batterien gegeneinander geschaltet. Solange die Starterbatterie noch ihre volle Spannung und damit genügend Kapazität hat, heben sich die beiden Ströme auf, die Glühlampe bleibt dunkel. Hat die Starterbatterie aber an Spannung verloren, so überwiegt der Strom der Trockenbatterie, und die Glühlampe glüht auf.

Ladeeinrichtungen für Fahrstrom- und Starterbatterien.

Zur Ladung von Akkumulatoren verwendet man heute vielfach den Quecksilberdampfgleichrichter. Es war ein solcher für 20 A mit selbsttätiger Abschaltung in neuer Ausführung mit Kathodenfleckfixierung und Gleichstromerregung für die Ladung von Fahrzeugbatterien ausgestellt. Ferner war ein tragbarer Universal-Trockengleichrichter zu sehen, der den Transport der Starterbatterien von und zur Ladestation überflüssig macht. Das Gerät besteht aus einem Transformator und einem mit diesem gekoppelten Gleichrichtersystem.

Erwähnt sei noch der schon in mehr als 12 000 Ausfertigungen gelieferte selbsttätige Ladeschalter (Pöhler-Schalter[2]), dessen Wirkungsweise eine der theoretisch richtigen Ladung am nächsten kommende Batterieladung ermöglicht.

Licht-, Zünd- und Starteranlagen.

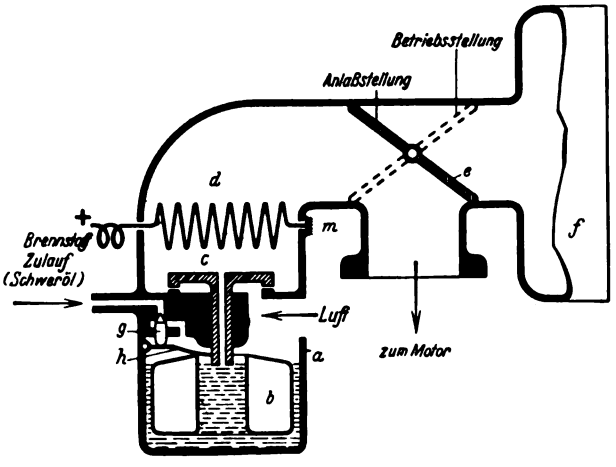
Eine Lichtmaschine wurde gezeigt, die wohl die größte ihrer Art ist. Sie ist vorwiegend für Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs mit großem Lichtbedarf bestimmt, z. B. Eisenbahntriebwagen und Omnibusse. Die Maschine ist bei 24 V Spannung und 1000 bzw. 1200 W Nennleistung bis zu 1300 bzw. 1800 W belastbar. Ein gesondert angebrachter Spannungsregler hält die Leistung der Maschine in einem Drehzahlbereich von 1000 bis 4000 U/min annähernd gleich. Das wird dadurch erreicht, daß die Spannungsreglung nachgiebig ist, d. h. daß die Spannung mit wachsender Belastung zurückgeht. Dieses Nachgeben wird jedoch nur so weit getrieben, daß eine Beeinträchtigung der Lichtleistung der Lampen nicht eintritt. Infolge dieses Regelungsverfahrens paßt sich die Maschine den Bedürfnissen der Batterie in besonders guter Weise

[2]) ETZ 47 (1926) S. 929.

Digitized by Google

an. Die leere Batterie erhält den erwünschten kräftigen Ladestrom, die volle einen weitgehend abgeschwächten.

Um als Lichtmaschine einen Wechselstromerzeuger verwenden zu können, der wesentlich billiger ist als eine Gleichstrommaschine, wird neuerdings für die Motorradbeleuchtung ein kleiner Gleichrichter verwendet. Dieser Gleichrichter wird zwischen Lichtmaschine und Batterie geschaltet. Abgesehen von dem niedrigen Preis hat die Wechselstrom-Lichtmaschine noch den Vorzug des einfachen Aufbaues und der Entbehrlichkeit jeder Wartung. Der Gleichrichter arbeitet völlig selbsttätig, hat keine beweglichen Teile und daher keinen Verschleiß. Infolge der guten Ausnutzung des Fahrwindes zur Kühlung kann der Gleichrichter bis zum äußersten ausgenutzt werden. Für Fahrradbeleuchtung werden ähnliche Gleichrichter, jedoch für geringere Leistungen, hergestellt. Sie lösen in Verbindung mit einer kleinen Batterie die Frage des Standlichts in besonders vorteilhafter Weise.



a	Schwimmerbehälter	*f*	Filter
b	Schwimmer	*g*	Zulaufventil
c	Steigrohr	*h*	Schwimmerbügel zur Betätigung des Zulaufventils
d	Heizspirale		
e	Drosselklappe	*m*	Masse

Abb. 6. Aufbau des Diesel-Starthelfs.

Ein Magnetzünder, der für alle die Fälle gebaut ist, in denen längere Zeit hindurch ohne nennenswerte Unterbrechung Höchstleistungen vom Motor und seinem Zubehör verlangt werden, also in erster Linie für Rennmaschinen, war in einem Vierabrißapparat gezeigt. Er gibt bei jeder Umdrehung vier Funken. Infolge seiner für hohe Drehzahlen geeigneten Bauart kann er bis zu 30 000 Funken in der Minute abgeben. Sein Aufbau ist gekennzeichnet durch feststehende Wicklungen und Magnete sowie durch einen Läufer von besonders geringem Trägheitsmoment. Durch einen Antriebselbstversteller ist dafür gesorgt, daß der Zündzeitpunkt ohne Einbuße an Zündleistung dauernd der Motordrehzahl angepaßt wird. Als Eigentümlichkeit fallen an dem Zündergehäuse Kühlrippen auf, die eine besonders gute Kühlung schaffen.

Ein neuer Anlasser ist noch zu erwähnen, der zum Anwerfen von starken Motoren, insbesondere von Dieselmotoren für Eisenbahntriebwagen, schwere Lastwagen und Omnibusse, verwendet wird. Er wirft Motoren von 12 bis 30 l Zylinderinhalt (120 bis 300 PS) an und bringt bei einer Nennleistung von 15 PS eine Höchstleistung von 22 PS auf. Der im Augenblick des Einschaltens aufgenommene sogenannte Kurzschlußstrom beträgt 3000 A bei 24 V Nennspannung. Das Gewicht von rd. 45 kg ist für die genannte Leistung als sehr niedrig zu bezeichnen.

Bemerkenswert war auch eine Vorrichtung, die dazu bestimmt ist, den Zylindern ein heißes und williges Gemisch zuzuführen und dadurch die Startdauer zu verkürzen. Der Apparat wird am Saugstutzen des Dieselmotors angebracht und mit dem Luftfilter zusammengebaut. Am Abzweig zum Motorsaugrohr ist eine Umschlagklappe eingebaut, die beim Anlassen den Luftfilter abschaltet und den Motor mit einem durch eine elektrische Glühspirale erhitzten Gemisch speist. Dadurch wird es ermöglicht, einen Dieselwagen in kaum 35 s zu starten (Abb. 6).

Eine ähnliche Neuerung wurde in dem Thermotor gezeigt. Auch dieser elektrische Lufterhitzer führt nach kurzer Vorheizzeit dem Motor gleichmäßig heiße und trockene Ansaugluft zu. Versuche ergaben, daß auch bei großer Kälte die Motoren nach dieser Vorwärmung in wenigen Sekunden ansprangen. Der Thermotor wird vor dem Luftfilter eingebaut und an die Batterie angeschlossen.

Beleuchtung.

Die Verringerung der Blendgefahr ist heute eines der wichtigsten Erfordernisse des Straßenverkehrs. Klare Standlichtlampen in den Hauptscheinwerfern können bei entgegenkommenden Fahrern und Fußgängern eine gefahrbringende Blendung verursachen. Noch mehr gilt das von den Seitenlichtern, mit denen hauptsächlich Lastwagen ausgerüstet sind. Diesen Nachteil beseitigt eine neue Standlichtlampe in weiß-emaillierter Ausführung, die ein weiches, ausgeglichenes Licht ausstrahlt. Auch für Fahrten im Nebel erweist sich diese neue Lampe als sehr vorteilhaft. Während klare Lampen in den Standlichtern, die mit den Nebelscheinwerfern eingeschaltet werden müssen, vor dem Wagen die gefürchtete Schleierwand erzeugen, wird bei Verwendung der weiß-emaillierten Standlichtlampe diese Erscheinung so gut wie ganz behoben. Die neue Standlichtlampe wird für 6 oder 12 V hergestellt und hat eine Leistungsaufnahme von 3 W.

Es waren ferner einige Sonderausführungen im Scheinwerferbau herausgebracht, die ein breites und ausgeglichenes Fernlicht geben. Das Abblendlicht ist bedeutend verbreitert und verlängert, so daß ein Kontrast zwischen Fern- und Abblendlicht nicht besteht. Durch zwei Zusatzscheinwerfer rechts und links am Wagen und einen Fernstrahler in der Mitte wird ein starkes Fernlicht mit breitem blendungsfreien Seitenlicht erzielt. Zur Abblendung wird der Fernstrahler ausgeschaltet. Die beiden Zusatzscheinwerfer geben ein breites, weit sichtbares Abblendlicht.

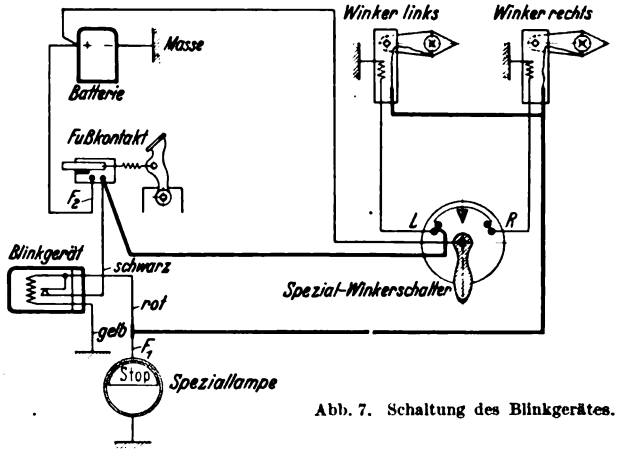


Abb. 7. Schaltung des Blinkgerätes.

Ein ausgestelltes Blinkgerät, das in den Stromkreis der Winker und Stopplampe eingeschaltet wird, ruft ein rhythmisches Blinken am Stopplicht und Winker hervor (Abb. 7). Das Blinkgerät arbeitet selbsttätig ohne jeden Zeitverlust. Ein besonderer Vorteil wird durch die neuartige Schaltung erreicht. Jedesmal wenn ein Winker betätigt wird, blinkt auch die Stopplampe. Das ist um so wichtiger, als sich bei großen Kraftfahrzeugen, zum Beispiel bei schweren Lastkraftwagen, von hinten schwer sehen läßt, ob ein Winker in Tätigkeit ist. Die blinkende Stopplampe macht darauf aufmerksam, daß das Fahrzeug seine Richtung oder Geschwindigkeit ändern will. Bemerkenswert ist, daß das Blinkgerät neben dem Blinken auch noch durch ein leises Ticken Signal gibt. Dieses gilt in erster Linie für den Kraftfahrzeugführer, weil es ihm anzeigt, daß seine Signallampen in Ordnung sind.

Nebel- und Kurvenscheinwerfer waren in erheblicher Anzahl vertreten, von denen einer hier erwähnt sein mag. Er ist mit einer Lampe versehen, die nach allen Seiten schräge Strahlen wirft, die den Nebel durchdringen und die gefürchtete Nebelwand vermeiden. Beim Fahren in Kurven sind diese beleuchtet, bevor der Wagen in die Kurve einbiegt.

Hilfsgeräte, Werkzeuge, Prüfgeräte.

Die Ausstattung der neuzeitlichen Automobilwerkstätten und Garagen mit Hilfsgeräten hat nach und nach einen Grad der Vollkommenheit erreicht, der kaum noch einer Steigerung fähig ist. Von zahlreichen Firmen waren

Digitized by Google

Hilfsgeräte mit elektromotorischem Antrieb ausgestellt. Erwähnt seien Kompressoren fahrbarer und ortsfester Art, Luftpumpen, ferner Kompressoren mit und ohne Luftdruckkessel, Wagenwaschmaschinen, Luftdruckprüfer mit Auffüll- und Ablaßvorrichtung usw. Die Bedeutung der Kompressoranlagen für die Automobilwerkstatt wächst von Jahr zu Jahr. In Verbindung mit ihnen werden Abschmiergeräte, Sprühpistolen, Luft- und Wassersäulen, Reifenprüf- und Füllapparate usw. betrieben.

Eine Werkstättenprüfeinrichtung für die elektrische Ausrüstung des Kraftwagens wurde betriebsmäßig vorgeführt. Die Einrichtung besteht aus einem Prüfstand mit Repulsionsmotorantrieb zum Prüfen aller handelsüblichen Apparate der autoelektrischen Anlage unter den gleichen Bedingungen, wie sie im Fahrzeug bei den dauernd wechselnden Antriebsverhältnissen gegeben sind.

Daneben wurde ein fahrbarer Prüfstand gezeigt, mit dem man sämtliche Messungen im Wagen selbst, also an den eingebauten Apparaten, und an der Gesamtanlage vornehmen kann (Abb. 8). Durch Einschalten in die Gesamtanlage lassen sich zunächst Stoßprüfungen an der Wagenbatterie vornehmen. Ist die Wagenbatterie schlecht, so kann man durch einfache Umschaltung die Gesamtanlage des Wagens mit der einwandfreien Prüfbatterie, die im Prüftisch selbst untergebracht ist, durchprüfen. Bei entsprechender Schaltung des Amperemeters kann die Stromaufnahme des Startermotors und die der einzelnen Stromverbraucher des Wagens ermittelt werden, ferner der Anteil an Strom, den die Lichtmaschine zum Wagenbedarf liefert, oder der Ladestrom, den sie in die Batterie schickt. Zum Zwecke der Prüfung der Zündanlage ist ein Kontakt-Unterbrechersystem, angetrieben durch einen kleinen Motor, der durch die Prüfbatterie gespeist wird, eingebaut. Die Prüfung erfolgt, indem man die Hochspannungsleitung an eine Staffelfunkenstrecke legt, so daß man mit einer parallel geschalteten Prüfspitze Hochisolationsprüfungen an Verteilerdeckeln und Zündkabeln vornehmen kann. Sonstige Isolations- und Kabelstörungen lassen sich mit einer am Prüftisch angebrachten Lampe mit einem dazugehörenden Abtastkabel ermitteln. Schlechte Masseverbindungen kann man durch Spannungsabfall am Voltmeter erkennen.

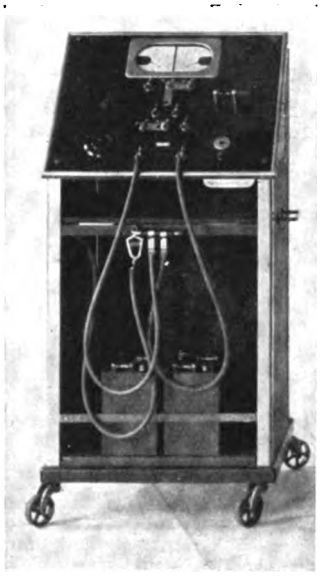


Abb. 8. Fahrbarer Prüftisch für die elektrische Ausrüstung der Kraftwagen.

Es interessierte ferner ein neuartiger Motorindikator, der die rasch wechselnden Drücke schnellaufender Verbrennungsmaschinen zu indizieren gestattet. Die bisher im Motorenbau verwandten mechanischen Indikatoren vermochten infolge der Trägheit der Übertragungsorgane dem Druckverlauf nicht rasch genug zu folgen. Beim Motorindikator ist deshalb ein elektrisches Meßverfahren verwendet. Bei diesem wirkt der zu messende Gasdruck über ein Druckelement auf einen Quarz, und zwar Bergkristall. Diese Quarze geben unter Druck geringe Elektrizitätsmengen ab, deren Größe dem Druck proportional ist. Die Ladungen werden in einem Röhrenverstärker verstärkt und steuern in einer Braunschen Röhre einen leuchtenden Punkt, den man beobachten oder photographieren kann. Auf diese Weise erhält man den Druckverlauf.

Kontroll- und Signalvorrichtungen.

Für die ständige Überwachung der Wageneinrichtungen ist eine besondere Automobilanzeiglampe geschaffen worden. Wegen der sehr kleinen Abmessungen können mehrere dieser Lampen als Lichtsignal auf dem Instrumentenbrett untergebracht werden. Man kann mit diesen neuen Lampen bei entsprechender Schaltung feststellen, ob Scheinwerfer oder Abblendlicht eingeschaltet ist, ob der Fahrtrichtungsanzeiger einwandfrei arbeitet, ob das Nummerschild beleuchtet ist und das Stopplicht brennt. Ferner können sie zu geringen Öldruck, zu hohe Kühlwassertemperatur, bevorstehende Entleerung des Benzintankes und die Stromentnahme aus der Batterie anzeigen.

Ein ausgestellter Geschwindigkeitsanzeiger, das sogenannte Lichtsignaltachometer, wird, wie bisher üblich, mit biegsamer Welle oder aber auch direkt vom Kardan oder Motorgehäuse vermittels elektrischer Übertragung zum Tachometerkopf angetrieben, und durch Aufleuchten verschiedener in einem Gehäuse vereinigter Scheibengläser wird die jeweilige Geschwindigkeit des Wagens in den Stufen 0 bis 20, 20 bis 40, 40 bis 60 km/h klar und schnell angezeigt.

Eine Autosignalanlage, die aus einem Richtmikrophon und einem diesem Mikrophon besonders angepaßten Lautsprecher besteht, ist besonders beim Überholen von Kraftwagen dienlich. Die für die Speisung des Mikrophons aus der Wagenbatterie entnommene Strommenge ist gering. Das Mikrophon, das an der Rückseite des Wagens angebracht wird, ist mit einem Trichter versehen, der die Signale des überholenden Wagens auffängt. Der Lautsprecher, der sich beim Fahrer befindet, enthält ein magnetisches System mit einem Trichteransatz. Durch diese Vorrichtung werden dem Fahrer eines jeden Wagens die Signale des ihm folgenden Wagens deutlich zu Gehör gebracht.

Zündkerzen.

Der Zündkerze war ein breiter Raum auf zahlreichen Ständen gewidmet. Sie ist auch im vergangenen Jahr erfolgreich weiterentwickelt worden. Durch eine neuartige Formgebung der Isolatoren ist es gelungen, den Anwendungsbereich der Sinterkorundkerzen erheblich zu erweitern und die Öl- und Rußfestigkeit wesentlich zu steigern. Daneben ergab sich auch die Möglichkeit, die Funkenübergangstelle über den Gewinderand vorzuziehen und tiefer in den Kompressionsraum zu verlegen. Dadurch wird ein leichteres Starten, eine bessere Beschleunigung der Maschine und bei vielen Motoren auch ein günstiger Einfluß auf den Brennstoffverbrauch erzielt. Auch eine neue Anschlußmutter wurde geschaffen, die ohne weiteres die Anbringung der verschiedensten Kabelanschlüsse zuläßt. Für Motoren mit Schwerölbetrieb wurde eine neue zerlegbare Sonderkerze entwickelt, die ein einwandfreies Arbeiten der Zündung gewährleistet.

Bei Zündkerzen anderen Ursprungs erreichte man durch eine neue Form des Isolierkörpers aus Sillimanit Verbesserungen. Der untere Teil des Isolierkörpers, der in den Zündungsraum reicht, ist zur Vermeidung von Ablagerungen, von Öl, Kohle- und Rußrückständen nicht mehr mit Glasur versehen. Die Elektroden bestehen aus einer neuen Legierung mit hohem Widerstand gegen jede chemische und thermische Einwirkung. Durch ein neues Verfahren zur Befestigung der Mittelelektroden mit Silumin erreichte man den Fortfall jeglicher Zementfüllung.

Elektroschweißung.

Die Elektroschweißung ist zu einem unentbehrlichen Konstruktionsmittel geworden, das dem Konstrukteur auf dem Gebiete des Kraftfahrzeugbaues gestattet, vereinfachte verwindungsfreie Rahmen, Verbindungsgestelle usw. bei formschönem Aussehen der Konstruktion zu schaffen. Aus dem Rahmenbau für die zum Betrieb auf den Reichsautobahnen bestimmten schweren Personenwagenklassen ist die Elektroschweißung nicht mehr fortzudenken. Voraussetzung ist dabei jedoch die Verwendung geeigneter Zusatzstoffe (Elektroden), um restlose Sicherheit bei Wechselbeanspruchungen zu erzielen.

Ein aus der normalen Serienfabrikation genommener Rahmen eines Achtzylinderwagens war als einfacher Kastenrahmen vollkommen elektrisch geschweißt, und zwar mit eigens für die Zwecke der Kraftfahrzeugindustrie geschaffenen Typen von Elektroden, die den hohen Anforderungen der Kraftfahrzeugindustrie in besonderem Maße entsprechen.

Kleines Zubehör.

Die Konstruktion des Winkers hat insofern Fortschritte gemacht, als sie durchweg kräftiger und leistungsfähiger geworden ist. Die zunächst nur an Omnibussen erprobten Pendelwinker sind in ihrer größeren Wirksamkeit allgemein anerkannt und setzen sich immer mehr durch. Die Rückschaltung wird durch selbsttätige Zeitschalter bewirkt oder, wenn diese fehlen, erinnern Kontrollampen den Fahrer daran, die Winker einzuziehen. Möglichste Unempfindlichkeit gegen Temperatur- und Witterungseinflüsse wird angestrebt.

Zum Anschluß an das Lichtnetz in der Garage wurde ein flacher Kraftwagenheizkörper — das „Heizkissen des Motors“ — gezeigt, der dicht an den Motor gelehnt und einige Zeit vor dem Start eingeschaltet wird. Auch ein Rippenheizkörper zur elektrischen Beheizung ganzer Garagen war zu sehen.

Eine elektrische Sicherheitsvorrichtung, Fahrwacht genannt, schützt gegen Unfälle durch Ermüdung des Fah-

Digitized by Google

rers sowie auch gegen Diebstahl des Wagens. Ein an der unteren Seite des Steuerrades anzubringender Gummiring steht in elektrischer Verbindung mit dem Schaltapparat, der hinter dem Armaturenbrett befestigt ist und an die Wagenleitungen angeschlossen wird. Durch einen besonderen Schaltschlüssel können vier Schaltstellungen in diesem Schaltapparat herbeigeführt werden. In Schaltstellung 1 ist die Vorrichtung ausgeschaltet, in Schaltstellung 2 ist die Sicherheitsvorrichtung eingeschaltet. Der Lenker muß, wenn auch nur mit einem Finger, den Gummiring unterhalb der Steuerradspeichen leicht an das Steuerrad herandrücken. Ermüdet er, so läßt die Spannkraft in den Fingermuskeln nach. Der Ring federt zurück und die Hupe schaltet sich ein. Gleichzeitig schaltet sich die Zündung ab. In Schaltstellung 3 und 4 ist die Diebstahlsicherung eingeschaltet. Wird jetzt der Startschlüssel eingesteckt, ertönt dauernd die Hupe. Gleichzeitig wird die Zündung kurzgeschlossen.

Untersuchungen über Verfahren zur Synchronisierung von Pendeluhren und anderen mechanischen Schwingern*).

Wenngleich die Synchronisierung schwingender Systeme neben der Präzisionszeitmessung und der einheitlichen Zeitverteilung in großen Uhrenanlagen des Verkehrs, der Städte usw. auch für viele andere technische Aufgaben, z. B. den Bildfunk, eine sehr große Rolle spielt, so hat die sehr ausführliche Abhandlung von M. Lavet in Frankreich doch wohl eine andere Ursache. Sie dürfte in erster Linie in der Tatsache liegen, daß nunmehr auch in Frankreich die sogenannten „Synchronuhren", über die auch in dieser Zeitschrift wiederholt berichtet ist[1]), stark im Vordringen begriffen sind, nachdem zunächst in Amerika, dann in den letzten Jahren in England und auch in Deutschland die erforderliche Vorbedingung ihrer Anwendung, die genaue Regelung der Frequenz des Wechselstroms in den Kraftwerken, in steigendem Maße erfüllt worden ist.

Der Unterzeichnete hat in einer anderen Veröffentlichung[2]) durch einen Vergleich der technischen Entwicklung elektrischer Uhren mit der Preisentwicklung den Nachweis geführt, daß zwar bei elektrischen Einzeluhren ganz allgemein durch die Einführung eines periodischen elektrischen Aufzuges der Zugfeder oder durch direkten elektrischen Antrieb des Uhrwerks die Ganggenauigkeit und damit die Güte gegenüber den gängigen Formen mechanischer Uhren auf ein Vielfaches gesteigert wird, daß aber leider auf der anderen Seite der Aufwand für die zusätzlichen elektrischen Teile die marktgängigen Uhrentypen meist erheblich verteuert. Da die Mehrpreise meist zwischen 80 bis 150 % liegen, so ist damit erklärlich, daß in den Zeiten wirtschaftlichen Niederganges trotz der erheblichen Gütesteigerung infolge der mangelnden Kaufkraft nur eine recht beschränkte Einführung elektrischer Einzeluhren beim Privatmann möglich war. Da bei der einfachen Synchronuhr, d. h. derjenigen ohne Gangreserve, der Motor nicht direkt ein zusätzliches Teil ist, sondern Zugfeder und Gangregler ersetzt, so ist hier der Preisunterschied erheblich geringer, ja bei einigen Typen sind die Preise fast gleich denen mechanischer Uhren. Das erklärt bei der hohen Genauigkeit der Zeitanzeige die steigende Bevorzugung der Synchronuhr in Netzen, wo Frequenzkonstanz und Seltenheit von Stromunterbrechungen die Anwendung zulassen.

Aus der Arbeit von Lavet geht nun ganz offenbar hervor, daß man in Frankreich der Frage der Gangreserve der Synchronuhren eine ganz andere Bedeutung zumißt als bei uns, wo, mit Ausnahme weniger Außenuhren, Bürouhren usw., auf die Gangreserve aus den genannten wichtigen Preisgründen verzichtet wird und auch meist mit vollem Recht verzichtet werden kann, da zumindest in städtischen Netzen zentrale Stromunterbrechungen so selten vorkommen, daß man in diesen seltenen Fällen dem Uhrenbesitzer das Nachstellen der Uhr zumuten kann, die ja wie jeder andere Stromverbraucher durch die Stromunterbrechung außer Betrieb gesetzt wird. Lavet dagegen führt bezeichnenderweise an, daß in Frankreich neben — ziemlich häufigen — Stromunterbrechungen von Werkseite aus oder zufälligen Unterbrechungen beim Verbraucher (Sicherungsdurchbrand) der französische Stromverbraucher noch vielfach gewohnt sei, am Tage seine ganze Lichtanlage abzuschalten, was im Zeitalter elektrischer Hausgeräte uns merkwürdig anmutet.

Lavet gibt nun zunächst eine patentrechtlich, historisch und auch technisch recht lesenswerte, umfangreiche Zusammenstellung der verschiedensten Verfahren der Synchronisierung. Dabei werden außer der vor allem im englischen Präzisionsuhrenbau angewendeten Synchronisierung einer Arbeitsuhr durch ein „freies" Pendel (Shortt-Uhren) vor allem die Systeme elektromagnetischer Synchronisierung von Pendeluhren behandelt, wie sie in Frankreich zur Anwendung kommen. Entweder erfolgt dabei die Synchronisierung eines elektromagnetisch angetriebenen Pendels, das unmittelbar das Zeigerwerk, ohne jede Zugfeder, treibt, von einer Mutteruhr durch periodische Schließungen eines Kontaktes, wodurch der Antriebstrom des Pendels geschwächt oder verstärkt wird, oder es sind auch selbsttätige Synchronisierungen ähnlich dem Hippschen Pendel vorgesehen, bei denen vom Pendel selbst, wenn seine Amplitude unter einen gewissen Wert gesunken ist, ein empfindlicher „Fühlkontakt" geschlossen und dadurch der Antrieb geändert wird, oder bei denen „elastische Bremsen" stoßweise synchronisierend wirken. Die in Deutschland üblichen Verfahren sind nur selten erwähnt, dagegen auch einige Anwendungen der oben geschilderten Verfahren für andere Gebiete der Technik aufgezeigt.

Ferner untersucht Lavet theoretisch die Wirkung der einzelnen Verfahren, wobei sich vor allem ergibt, daß die bekannten Differentialgleichungen für elektrische Schwingungssysteme trotz der vorhandenen Analogien nicht zur Bestimmung verwendet werden können.

Im Schlußkapitel, das für die Praxis wohl am wichtigsten ist, gibt Lavet eine vergleichende Übersicht der vorgeschlagenen Systeme von Synchronuhren mit Gangreserve. Es sind mehrere Systeme rein mechanischer Gangreserven vorgeschlagen, so z. B. auch von Warren, einem der Erfinder der selbstanlaufenden Synchronmotoren. Dabei wird ein zusätzliches Uhrwerk mit Gangregler vorgesehen, das normalerweise gehemmt ist, und das erst bei Stromunterbrechung freigegeben wird, also in der Zwischenzeit der Stromunterbrechungen die Uhr weitertreibt. Abgesehen davon, daß solch ein Zusatzmechanismus teuer und komplizierend wirkt, muß man Lavet wohl darin zustimmen, daß mit größter Wahrscheinlichkeit in dem lange Zeit stillgesetzten Reservewerk das Öl, da es nie bewegt wird, eindicken oder sich zersetzen wird.

Daher sind auch andere einfachere Systeme in Amerika vorgeschlagen („bichronous blocks"), bei denen bei kurzen Stromunterbrechungen bis etwa zu einer Stunde in der Zwischenzeit von einer kleinen einfachen Hilfsfeder das Uhrwerk weiterbetrieben wird, wobei ein kleiner Fliehkraftregler die Geschwindigkeit des Ablaufs regelt. Auch dies System erscheint nicht sehr genau und kompliziert.

In Frankreich ist man daher andere Wege gegangen, die mindestens bemerkenswert erscheinen. Man betreibt in der bereits von den elektromagnetischen Pendeluhren („Ato" und ähnliche) her bekannten Weise gewöhnlich das Pendel durch sekundliche, vom Pendel selbst gesteuerte Kontaktschlüsse eines Elementstromkreises. Unmittelbar gegenüber der Mittenlage des Pendels befindet sich ein ans Lichtnetz angeschlossener kleiner Synchronmotor, der durch magnetische Induktionswirkung das Pendel ständig synchronisiert. Bei Stromunterbrechungen geht die Uhr wie eine gewöhnliche elektromagnetische Pendeluhr weiter, und es kann eine weitere Zusatzchronisierung mit einer elastischen Bremse vorgesehen werden. Das System hat zweifellos den Vorteil, daß alle Teile ständig in Betrieb sind, wobei wir ganz dahingestellt sein lassen, ob überhaupt eine Notwendigkeit für die Gangreserve gegeben ist. Da der Synchronmotor keine mechanische Arbeit zu leisten hat, ist der Stromverbrauch voraussichtlich sehr gering, was vor allem bei einer größeren Zahl von Uhren in einem Betrieb von Wichtigkeit ist.

Lavet beschreibt schließlich die Möglichkeit der auch in Deutschland von anderer Seite schon durchgeführten Synchronisierung von alten Turmuhren usw. durch Synchronmotoren, wobei das mechanische Werk weiter die notwendige, unter Umständen große Arbeitsleistung vollbringt.

J. Baltzer.

*) M. Lavet, Rev. gén. Électr. 46 (1934) S. 563, 575 u. 607; Bull. Soc. franç. Electr. Bd. 5, S. 39.

1) ETZ 53 (1932) S. 812; 52 (1931) S. 146, 324, 727; 51 (1930) S. 45, 180 usw.

2) Baltzer, Der heutige Stand der elektrischen Uhren. Dtsch. Uhrm.-Ztg. 58 (1934) S. 363.

Digitized by Google

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Schweiz bis zum Berichtsjahr 1933.

Übersicht. Es wird eine kurze Übersicht über die verfügbaren Energiequellen und die Organisation der Elektrizitätsversorgung des Landes gegeben. Zahl und Leistungsfähigkeit der Kraftwerke werden angeführt sowie die Aufteilung der Gesamtleistung je nach Art der Werke wie der Unternehmungen. Das Hochspannungslandnetz ist kurz umschrieben. Die Neuanlagen seit 1931 sowie die im Bau befindlichen Kraftwerke sind besonders hervorgehoben. Es folgt eine Zusammenstellung der Anschlußwerte.

An Hand der Veröffentlichung des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft wird über die Erzeugung und den Verbrauch an elektrischer Arbeit im „hydrographischen" Jahr 1932/33 berichtet. Die Gesamtzahlen werden mit den Ergebnissen des Vorjahres verglichen und nach Maßgabe der Erzeugungsart bzw. der Verbrauchergruppen gegliedert. Angaben über den Belastungsverlauf sowie über die im Berichtsjahr hydraulisch verfügbar gewesene Energie und deren Ausnutzung ergänzen das Bild. Der Bericht schließt mit einigen finanziellen Mitteilungen aus der schweiz. Elektrizitätswirtschaft.

1. Energiequellen, Kraftwerke und Leitungen.

Zahlentafel 1 gibt eine Übersicht über die installierten Leistungen der Kraftanlagen der Schweiz nach dem Stande Ende 1933. Die Zahlenangaben stützen sich auf Veröffentlichungen des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, des Eidg. Starkstrominspektorates[1]) und des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes. Die Werke sind je nach ihrem Zweck unterteilt. Zu den nicht der Deckung des Allgemeinbedarfs dienenden Werken gehören, neben z. T. sehr kleinen Anlagen von Mühlen-, Sägebetrieben, Textilfabriken usw., die Kraftwerke der elektrochemischen und -metallurgischen Industrie und die der Schweiz. Bundesbahnen, deren Bahnnetz fast vollständig elektrisiert ist. In der Zahlentafel 1 nicht aufgeführt sind die in Fabrikbetrieben vereinzelt anzutreffenden thermischen Maschinengruppen. Mit rd. 330 Werken dienen also der Zahl nach nur etwa 5 % der Allgemeinversorgung, die aber eine installierte Leistung von mehr als drei Viertel der Gesamtleistung aller hydraulischen Werke in sich vereinigen.

In Zahlentafel 2 ist die Gesamtleistung, die in den Werken der öffentlichen Stromversorgung installiert ist, auf Laufwerke, Speicherwerke usw. aufgeteilt. Die aus Bezug von Fabrik- und Bahnkraftwerken sowie durch Einfuhr verfügbaren Leistungen sind beigefügt. Die im Berichtsjahr (nach Maßgabe der Wasserführung der Gewässer) tatsächlich verfügbar gewesenen Leistungen sowie die Jahresstromerzeugung sind weiter unten angegeben.

Die geographische Lage der größeren Kraftwerke der Schweiz geht aus Abb. 1 hervor. Die wichtigsten Hochspannungsleitungen des Landes unter Angabe der übertragbaren Leistungen sind in Abb. 1 eingezeichnet. Die Mehrzahl entstand aus Übertragungsleitungen „Kraftwerk—Versorgungsgebiet" oder als Verbindung zwischen einzelnen Kraftwerken. Die Gesamtheit der heute bestehenden Hochspannungsleitungen stellt ein leistungsfähiges Landesnetz dar, das eine weitgehende Zusammenarbeit der einzelnen Unternehmungen und des Kraftaustausches im Lande selbst ermöglicht, aber auch zukünftigen Aufgaben der internationalen Energieübertragung gewachsen ist. Als Höchstspannungen sind 150 kV (120 kV in der Westschweiz) üblich geworden. Eine „Längstransversale" besteht in den Leitungsverbin-

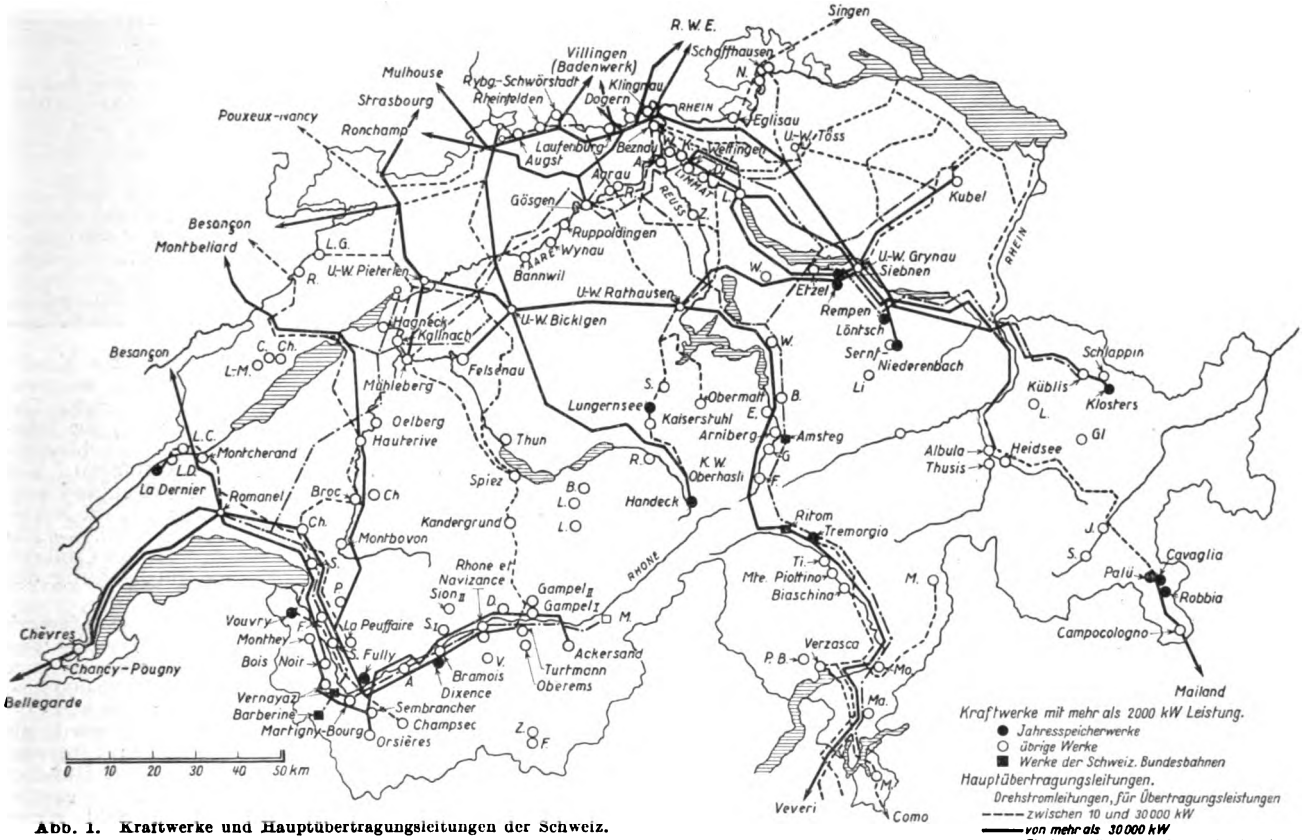


Abb. 1. Kraftwerke und Hauptübertragungsleitungen der Schweiz.

Zahlentafel 1. Übersicht über die installierten Leistungen der Kraftanlagen der Schweiz. Stand Ende 1933.

	Anzahl der Werke	inst. Leistung kW
Hydraulische Kraftwerke mit einer Leistung über 300 kW		
für Allgemeinbedarf (Stromabgabe an dritte) . .	170	1 192 000
für Bahnbetrieb für Elektrochemie und Metallurgie	62	364 500
Hydraulische Kraftwerke mit einer Leistung bis 300 kW		
für Allgemeinbedarf	159	10 000
übrige (z. T. Triebkraft direkt) geschätzt	(5600)	(80 000)
Thermische Kraftwerke und Reservegruppen für Allgemeinversorgung (ohne Anlagen von Fabrikbetrieben)	25	96 000
Insgesamt (ohne thermische Reserveanlagen von Selbsterzeugern)		1 742 500

[1]) Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz, herausgegeben vom Eidg. Starkstrominspektorat und dem Verband Schweiz. Elektrizitätswerke, letzte Ausgabe 1934.

Digitized by Google

dungen St. Gallen—Siebnen—Rathausen—Pieterlen—Westschweiz. Für die Nord-Süd-Verbindung gelangte kürzlich ein wichtiges Glied großer Leistungsfähigkeit, die Gotthardleitung, zur Ausführung. Sie führt über den Alpenwall hinweg und dient zur Verbindung der Anlagen der tessinischen Kraftwerke mit dem schweizerischen Hochspannungsnetz nördlich der Alpen. Die Leitung wird z. Z. mit 150 kV betrieben, vermag bei Vollausbau 120 000 kW, bei Erhöhung der Spannung auf 350 kV (für die Erleichterung eines späteren Umbaues ist alles vorgesehen) noch erheblich höhere Leistungen zu übertragen.

Zahlentafel 2. Kraftwerke der öffentlichen Elektrizitätsversorgung (mit installierten Leistungen über 300 kW), eingeteilt nach der Art der Werke.

	Zahl der Kraftwerke	Inst. Leistung kW	Im Mittel erzeugte elektr. Arbeit Sommer A 10^6 kWh	Winter 10^6 kWh	Speicherfähigkeit B 10^6 kWh	$\frac{B}{A} \cdot 100$
Hydraulische Werke:						
Laufkraftwerke	115	567 000	2096	1514	—	—
Tagesspeicherwerke	29	97 000	293	210	0,35	0,1
Wochenspeicherwerke	7	70 000	191	74	2,65	1,0
Monatsspeicherwerke	4	76 000	195	113	33,0	11,0
Jahresspeicherwerke	15	382 000	288	456	406,0	55,0
Thermische Werke und Reservegruppen	25	95 000	—	—	—	—
Energie aus Industrie- und Bahnwerken	—	47 000	107	86	—	—
Energieeinfuhr	—	36 000	90	67	—	—
Insgesamt		1 370 000	3260	2520	442,0	7,7

Die gesamte Stranglänge der Hochspannungsleitungen der Schweiz erreichte Ende 1933 16 700 km[2]). Unter Strang ist hierbei die Gesamtheit der auf einem Gestänge geführten Leiter verstanden. Doppelleitungen sind also einfach gezählt. Die Grabenlänge der Hochspannungs-Kabelleitungen betrug etwa 190 km. An Niederspannungsleitungen waren im genannten Zeitpunkt etwa 31 000 km Stranglänge Freileitungen und 4200 km Kabel verlegt.

In Abb. 1 sind auch die Kraftwerke und Hochspannungsleitungen der Schweiz. Bundesbahnen eingetragen. Im Gegensatz zu andern Ländern, etwa Frankreich[3]), erzeugen und verteilen die Staatsbahnen ihre Bahnkraft selbst. Da es sich um Einphasenstrom von 16⅔ Hz handelt, ist ihr Leitungsnetz von dem der Allgemeinversorgung getrennt. Eine Zusammenarbeit beider Stromsysteme zur bestmöglichen Ausnutzung der Wasserkräfte ist gleichwohl gesichert. In zwei Einphasenkraftwerken wurden Drehstromgeneratoren aufgestellt, umgekehrt stehen in einigen Kraftwerken der Allgemeinversorgung Einphasengeneratoren. Außerdem gestattet eine in der Nähe von Zürich aufgestellte Umformeranlage den Energieaustausch zwischen beiden Netzen.

Zahlentafel 3. Elektrizitätswerke der öffentlichen Versorgung der Schweiz, eingeteilt nach der rechtlichen Form der Unternehmungen. Stand Ende 1931.

Unternehmungen mit eigenen Kraftwerken mit mindestens 300 kW	Zahl der Unternehmungen	Zahl der Kraftwerke	Unmittelbar versorgte Ortschaften	Verfügbare eigene Leistung kW	Verfügbare Fremdleistung kW
Staatl. Unternehmungen	8	32	1820	319 400	305 000
Gemeindeunternehmungen	55	85	650	235 750	215 000
Unternehmungen mit staatl. und Gemeindebeteiligungen	3	4	15	196 500	3 000
Genossenschaften	5	6	100	7 000	26 000
Akt.-Ges. und Privatunternehmungen	39	68	755	419 750	179 000
Unternehmungen ohne eigene Kraftwerke, mindestens 500 kW Fremdlstg. verfügbar:					
Staatl. Unternehmungen	3	—	40	—	54 500
Gemeindeunternehmungen	58	—	199	—	89 300
Genossenschaften	3	—	15	—	2 100
Akt.-Ges. und Privatunternehmungen	10	—	30	—	35 000
Insgesamt	184	195	3624	1 179 000	908 900
Kleinunternehmungen mit eigenen Kraftwerken von höchstens 300 kW	rd. 168	175	331	12 000	7 350
Kleinunternehmungen ohne eigene Kraftwerke, verfügbare Fremdlstg. höchstens 500 kW	933	—	1646	—	72 000

[2]) Die Schweiz hat eine Bodenfläche von 41 295 km², davon etwa ¼ Ödland (Gebirge, Gletscher).

[3]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 463.

Über die Verteilung der Elektrizitätswerke für Allgemeinversorgung nach der Form der Unternehmungen gibt Zahlentafel 3 Aufschluß. Man sieht, daß viele Unternehmungen keine eigenen Kraftwerke besitzen, sondern den Strom von anderen beziehen. Der verfügbaren Leistung nach erreichen die ersteren allerdings nur etwa 20 % der gesamten Leistung. Auch die Unternehmungen mit eigenen Kraftwerken beziehen teilweise noch Fremdstrom. Die entsprechend „verfügbaren Fremdleistungen" sind in der Zahlentafel 3 aufgeführt. Zur Beurteilung der in der ganzen Schweiz vorhandenen installierten Leistung sind diese natürlich nicht mitzuzählen. Die Zusammenstellung zeigt, daß die öffentliche Hand als Inhaberin der verfügbaren Leistungen überwiegt. Ein Großteil der staatlichen Elektrizitätswerke sind gemischtwirtschaftliche Betriebe, bei den Gemeindewerken überwiegt die Form der öffentlich-rechtlichen Unternehmung. Die Angaben über Kleinunternehmungen sind älteren Statistiken entnommen, sie entsprechen daher nur schätzungsweise dem heutigen Stand. Nach Zahlentafel 3 sind rd. 5600 Ortschaften mit Elektrizität versorgt. Praktisch steht der gesamten Bevölkerung der Schweiz elektrische Energie zur Verfügung. Bereits 1922 entfielen auf je 4 Einwohner, d. h. auf jede Familie, ein Stromabnehmer. 1933 erreichte ihre Zahl fast 1,54 Mill bei einer Bevölkerungszahl von rd. 4 080 000 Köpfen.

2. Neue und geplante Anlagen.

In den letzten Jahren, d. h. seit 1931, kamen an großen Werken in Betrieb: das Hochdruckkraftwerk Monte Piottino mit einer jährlichen möglichen Erzeugung von im Mittel $260 \cdot 10^6$ kWh. Von dem 1932 in Betrieb gekommenen französischen 100 000 kW Rheinkraftwerk Kembs[4]) kommt der Schweiz infolge Rückstau des Rheins auf Schweizer Gebiet ein Anteil von 20 % zu.

1933 kamen in Betrieb: An der Limmat das Kraftwerk Wettingen, mit Speichersee; es dient als weiteres Kraftwerk zur Stromversorgung der Stadt Zürich. Die Höchstleistung dieses Werks beträgt 21 000 kW, die jährliche Erzeugung im Mittel $140 \cdot 10^6$ kWh. — Das schweizerisch-deutsche Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern mit 69 000 kW, dessen Schweizer Anteil nach Deutschland ausgeführt wird, so daß die Gesamterzeugung von im Mittel $480 \cdot 10^6$ kWh im Jahr dorthin abgegeben wird. — Erweiterungsbauten des Kraftwerks Lungernsee der Centralschweizerischen Kraftwerke in Luzern. Die Leistung des Werks wurde um 35 000 kW erhöht.

Noch im Bau befinden sich das Aare-Kraftwerk Klingnau mit 35 000 kW, dessen Strom nach Deutschland ausgeführt werden soll, ferner das Kraftwerk La Dixence im Wallis mit einer Ausbauleistung von 130 000 kW. 89 % der möglichen Gesamtjahreserzeugung von $190 \cdot 10^6$ kWh dieses bedeutenden Jahresspeicherwerks wird als Winterenergie verfügbar sein. — Besonderes Interesse beansprucht schließlich das von den Schweiz. Bundesbahnen und der Nordostschweiz. Kraftwerke AG. gemeinsam zu erstellende Etzelwerk. Es wird die Sihl, einen Nebenfluß der Limmat, im Oberlauf ausnutzen und soll ebenfalls als Jahresspeicherwerk mit großem Stausee ausgebaut werden. Die vorgesehene installierte Leistung beträgt 80 000 kW. 55 % der möglichen mittleren Jahresarbeit von $135 \cdot 10^6$ kWh wird in Form von Einphasenbahnstrom, die restlichen 45 % als Drehstrom für die Allgemeinversorgung erzeugt werden.

Nach Fertigstellung der genannten Werke wird nicht nur die Erzeugungsmöglichkeit der schweizerischen Wasserkräfte gesteigert, sondern auch die Versorgungsverhältnisse werden verbessert im Sinne der Verfügbarkeit weiterer ausgleichender Winterenergiemengen. *Zch.*

(Schluß folgt.)

[4]) ETZ 55 (1934) S. 465.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

35 000 kW-Turbosatz für Ostasien. — In den letzten Tagen des Januar 1935 brachte die AEG einen 35 000 kW-Turbosatz zum Versand nach Ostasien. Abb. 1 zeigt

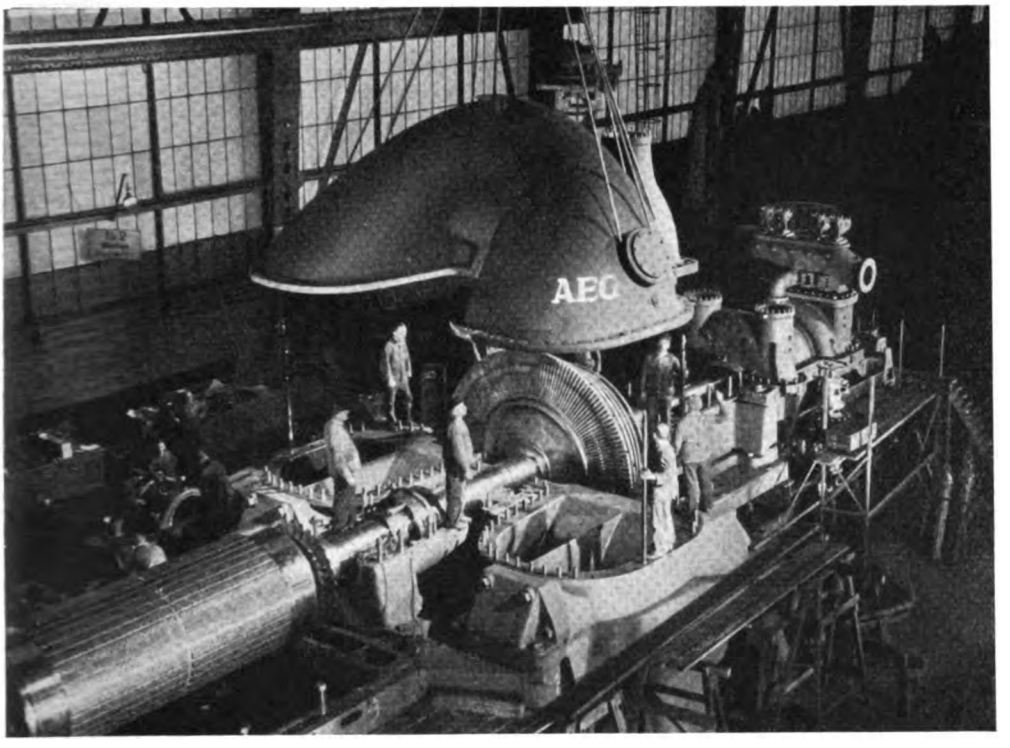


Abb. 1. 35 000 kW-Turbosatz, 1800 U/min, beim Zusammenbau in der Turbinenfabrik.

die Maschine während des Zusammenbaus in der Werkstatt. Der Stromerzeuger ist für 60 Hz und 10 500/11 500 V gebaut, seine Drehzahl ist 1800 U/min. Der Frischdampfdruck für die Turbine beträgt 25 atü, die Temperatur 400 °, die Luftleere 730 mm Q.-S. Diese Verhältnisse bedingten, da bester Dampfverbrauch gefordert war, zweigehäusigen, aber noch einflutigen Aufbau der Turbine, die im übrigen in der bewährten Axialbauart hergestellt wurde. Düsengruppenreglung wurde angewendet, damit der Dampfverbrauch auch bei Zwischenlasten gut bleibt.

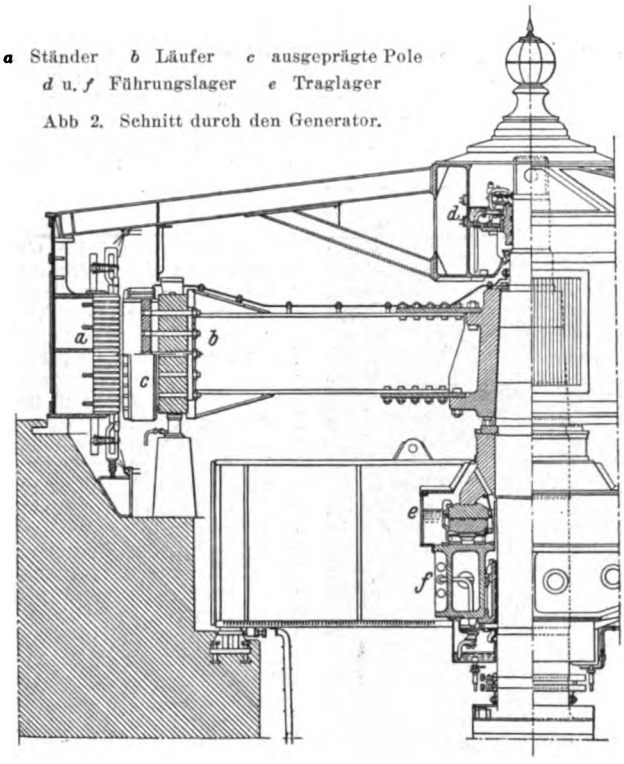
Der Hochdruckteil besteht aus einer teilbeaufschlagten, einkränzigen Regelstufe und 15 ebenfalls einkränzigen Gleichdruckstufen. Die weiteren 5 Stufen bilden mit wesentlich größeren Durchmessern den Niederdruckteil. Das HD-Gehäuse aus Stahlguß ist mit Rücksicht auf seine hohe Betriebstemperatur sowohl an seiner Einström- wie an seiner Ausströmseite mit Pratzen genau in Achsenhöhe beiderseits der Lager auf den Lagerböcken abgestützt, so daß sich Läufer und Gehäuse im Betriebe unbedingt gleichmittig ausdehnen müssen. Die ersten neun Scheiben des HD-Läufers sind mit der der AEG geschützten Radialbolzenbuchse auf der Welle aufgezogen, die auch bei großen Temperaturunterschieden zwischen Scheibe und Welle — z. B. beim Anfahren — festen Sitz der Scheiben gewährleistet. Die ersten Zwischendeckel der HD-Turbine sind „gebaut", d. h. aus allseitig bearbeiteten Düsenkörpern und Stahlböden zusammengesetzt. HD- und ND-Läufer sind durch eine Doppel-Verzahnungskupplung nachgiebig miteinander verbunden, so daß sich jeder Läufer für sich unter der Wirkung seiner Betriebstemperatur axial dehnen kann, ohne daß sie sich gegenseitig beeinflussen. Jeder Turbinenläufer ist darum durch ein eigenes Einring-Klotzdrucklager axial festgelegt. Diese Lager sind, da bei Gleichdruckturbinen ein nennenswerter Axialschub überhaupt nicht auftritt, sehr niedrig belastet. Mit dem Stromerzeugerläufer ist der ND-Läufer der Turbine starr verbunden.

Die Gehäuse sind waagerecht in Achsenhöhe geteilt, so daß die Läufer in die Unterteile lotrecht eingelegt werden können. Alle Spiele an der Beschauflung, an den Stopfbuchsen, an den Zwischendeckeln usw. sind also in Betriebstellung unmittelbar meßbar, und da sie bei einer Gleichdruckturbine ohne Beeinträchtigung des Wirkungsgrades reichlich gehalten werden können, so ist diese Bauart zugänglich und sicher im Betrieb. *f.*

Die 40 000 kVA-Generatoren des Wasserkraftwerkes Beauharnois (Kanada). — Von der Beauharnois Light, Heat and Power Co., Ltd. wird auf einem Nebenarm des Lorenzostromes in der Nähe von Montreal, der auf eine Länge von 25 km den Saint-Louis-See mit dem Saint-Francis-See über ein Gefälle von 25 m verbindet, eines der größten Wasserkraftwerke der Welt erbaut. Bei vollem Ausbau wird das Kraftwerk aus 40 Einheiten von je 50 000 PS bestehen und bei der verfügbaren Wassermenge von 6220 m^3/s sich über die ganze Kanalbreite von etwa 1 km erstrecken. Im ersten Bauabschnitt sollen 14 Einheiten von je 50 000 PS und 2 Einheiten von 7800 PS für den Eigenbedarf zur Ausführung kommen. Bis zum Jahre 1937 sollen 4 Einheiten von je 47 000 kVA für 60 Hz und 6 Einheiten von je 44 000 kVA für 25 Hz in Betrieb kommen. Einer der 44 000 kVA-Generatoren für 25 Hz hat bei der geringen Periodenzahl und Drehzahl (75 U/min) außerordentlich große Abmessungen (Außendurchmesser 12,2 m). Der Generator wird in senkrechter Bauart von einer Francis-Turbine angetrieben, mit 155 m^3 sekundlicher Wassermenge und einem hydraulischen Reaktionsdruck von 350 t. Die Hauptdaten des Generators sind: 44 000 kVA, cos φ = 0,85, 13 200 bis 14 500 V, Erregerstrom 1050 A, Erregerspannung 250 V, GD^2 = 19 000 tm^2, 75 U/min + 100 % Überdrehzahl, Übertemperatur 55 ° C, Ständergewicht 300 t, Läufergewicht 300 t, Läuferdurchmesser 10,274 m. Der Generator ist geschweißt. Das Traglager liegt entgegen der üblichen Anordnung nicht über, sondern unter dem Läufer (Abb. 2) und trägt eine Gesamtlast von 700 t aus Läufer und Wasserdruck. Diese Anordnung ist leichter und in Verbindung mit einem Führungslager über dem Läufer und eines unter dem Traglager stabiler als die bisher übliche. Der Ständer ist sechsteilig und steht auf 18 Sockeln. Das Ständerblechpaket aus 2 W-Blech ist auf aufgeschweißte Bolzen gepackt. Die Ständerwicklung ist als zweischichtige Dreiphasenwicklung mit offenen Nuten, mit Leiterverdrillung in Maschinenmitte in vierfacher Parallelschaltung ausgeführt und mit Differentialschutz für je zwei parallele Zweige versehen. Zur Temperaturüberwachung sind 12 Widerstandselemente in die Wicklung eingebaut. Als Brandschutz ist eine Wasserberieselung über der Wicklung angebracht. Der 40polige, dreiteilige Läufer hat geblätterte Pole aus 1 mm starkem Blech. Die Pole sind zur Erzielung einer sinusförmigen Spannungskurve in 10 Gruppen zu 4 Polen versetzt. Die Polspulen wurden zweilagig gewickelt und nach erfolgter Isolierung warm gepreßt. Auf einer auf die Welle konisch aufgesetzten Nabe, die aus einem einzigen gewalzten Stück besteht, sind die 10 geschweißten Doppelarme des Radsternes verschraubt. Der Radkranz besteht aus 6 gewalzten Stahlringen mit dazwischenliegenden Luftschlitzen für den Durchtritt der Kühlluft. Die Schleifringe für die Erregung (Fremderregung) liegen zwischen dem unteren Führungslager und der Kupplung. Die Lüftung ist als

Digitized by Google

Eigenbelüftung mit Austritt der Warmluft in den Maschinenraum ausgebildet. Beachtenswert ist die einfache und übersichtliche Anordnung und Überwachung des Trag-



a Ständer *b* Läufer *c* ausgeprägte Pole *d* u. *f* Führungslager *e* Traglager

Abb 2. Schnitt durch den Generator.

lagers und der beiden Führungslager, da für jedes Lager eine unabhängige Schmierung und Kühlung gewählt wurde. (Génie civ. Bd. 105, S. 361.) *Ttl.*

Zusatzverluste im Käfig eines Induktionsmotors beim Anlauf und ihre Folgen. — Im Luftspalt einer Induktionsmaschine entsteht bekannterweise nebst dem Grundfeld eine Reihe von Oberfeldern. Diese Oberfelder machen sich besonders beim Anlauf des Käfigsmotors bemerkbar. Sie vergrößern die Kupferverluste und verkleinern das Anlaufmoment. Aus diesem Grunde stimmt das Anlaufmoment, welches aus der Kurzschlußleistung berechnet ist, mit dem wirklichen Moment nicht überein. Die Größe dieser Vergrößerung der Verluste und der Verkleinerung des Momentes hängen von den Nutenzahlen im Ständer und Läufer ab. Je größer die Nutenzahl je Pol und Phase im Ständer ist, desto kleiner werden die erwähnten Erscheinungen, umgekehrt wirkt die Vergrößerung der Stabzahl des Käfigs. Bei den praktischen Ausführungen des Käfigs betragen die Zusatzverluste beim stillstehenden Motor etwa 0,1, die Zusatzmomente etwa 0,2 von den Verlusten bzw. dem Moment des Grundfeldes. Zum Unterdrücken der Oberfelder wählt man oft schräge Nuten im Läufer. Die Zusatzverluste und -momente werden dann bis etwa 0,03 und 0,06 herabgesetzt. Weiter wird gezeigt, daß eine Vergrößerung des Luftspaltes nicht immer ein wirksames Mittel zum Unterdrücken der Wirkung der Oberfelder ist. Beim stillstehenden Motor z. B. werden die Zusatzverluste und -momente sehr wenig von der Luftspaltgröße abhängig. (W. Schuisky, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 3, S. 210.)

Der Wert der Oberflächenkühlung bei Motoren für Aussetzbetriebe. — Nachdem der Wert der Oberflächenkühlung bei Dauermotoren mit Längsrippen, über die ein Luftstrom geblasen wird, einwandfrei festgestellt war und man diese Motorbauart in den verschiedensten Ländern einführte, ging man auch dazu über, Motoren für Aussetzbetriebe in gleicher Ausführung zu bauen. E. Scharstein macht Angaben über die Wirkung der Oberflächenkühlung bei Aussetzleistungsmotoren in Abhängigkeit von der Drehzahl und von der Einschaltdauer (ED). Die ihre Wärme nur durch Strahlung an die Luft abgebenden Aussetzleistungsmotoren haben schon bei etwa 50 % Einschaltdauer einen so großen Leistungsabfall, daß sie wirtschaftlich nicht mehr betrieben werden können; für derartige und größere Prozent ED mußten deshalb Dauermotoren verwendet werden. Aussetzleistungsmotoren mit Oberflächenkühlung sind dagegen auch bei Einschaltdauern bis 100 % ED wirtschaftlich, und das ist eine bei der bezüglich Einschaltdauer immer mehr steigenden Beanspruchung dieser Motoren sehr angenehme Eigenschaft. Die Rippen dieser Motoren führen auch bei Motorstillstand eine gewisse Wärmemenge an die Umgebungsluft ab, während des Betriebes werden die Rippen stark unterkühlt, so daß ein kräftiges Wärmegefälle vom Motorinnern zu den Rippen entsteht. Kurven, die nach Messungen an ausgeführten Motoren aufgestellt sind, belegen die gemachten Angaben.

Aussetzleistungsmotoren mit Oberflächenkühlung haben gegenüber denen der früheren Bauart wesentliche Vorteile. In vielen Fällen kann ein kleineres Motormodell verwendet werden; da die Oberflächenkühlung auch bei einer langgestreckten Bauart der Motoren gut wirkt, erhält man geringere Achshöhen und Anker- bzw. Läuferdurchmesser und damit wesentlich kleinere Schwungmomente (GD^2) mit ihren günstigen Einwirkungen auf Anlauf und Bremsung. Anwendung von hitzebeständiger Isolation ermöglicht häufig die Verwendung eines noch kleineren Motormodells bzw. schützt die Wicklungen bei starker Überlastung. (E. Scharstein, Stahl u. Eisen Bd. 54, S. 1163.) *Rte.*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Das Boulder-Damm-Werk vor der Inbetriebsetzung. — Das gewaltige, über ein Staubecken von rd. 32 000 Mill m^3 Inhalt verfügende und auch für Bewässerungen usw. bestimmte Wasserkraftwerk Boulder-Damm am Colorado in Kalifornien[1]), dessen feste Darbietung nach der Vollendung auf 4,3 Mrd hWh jährlich zuzüglich weiterer 1,55 Mrd kWh Sekundärleistung geschätzt und von der Regierung zu etwa 0,41 bzw. 0,13 Pf/kWh verkauft wird, soll im September den vollen Betrieb beginnen. Die Regierung selbst erzeugt keine elektrische Arbeit, errichtet und finanziert aber das zweiteilige Kraftwerk und seine Ausrüstung, die sie für 50 Jahre an eine Reihe von Stromlieferungsunternehmen verpachtet. Von diesen werden die Kosten in 10 Jahresraten bei 4 % Verzugszinsen abgetragen. Nutznießer des auf der Seite Nevadas liegenden Teils des Kraftwerks sind der Metropolitan Water District und die Stadt Los Angeles, letztere als Elektrizitätslieferer für sich selbst, Pasadena, Glendale und Burbank. Diese vier Städte haben eine gemeinsame Übertragung ihrer Stromanteile nach einer zentralen Empfangstelle in Los Angeles vereinbart, die aus zwei 287 kV-Leitungen von je 435 km Länge für zusammen 240 000 kW bestehen wird. An ihrem Ende erfolgt eine Umspannung auf 132 kV. Die Herstellungskosten dieser Anlage einschl. einer Ergänzungsleitung zu einer weiteren Empfangstelle betragen schätzungsweise rd. 60 Mill RM. Auf Seiten Arizonas wird die Energie von der Southern California Edison Co. sowie von der auch als Stromerzeuger für die Los Angeles Gas & Electric Corp. tätigen Southern Sierras Power Co. verwertet. Die größten Anteile an der Dauerleistung des Werks haben sich der Metropolitan Water District, die Staaten Nevada und Arizona sowie die Stadt Los Angeles vorbehalten, letztere will überdies noch infolge Erhöhung des Damms anfallende 90 Mill kWh abnehmen. Sie wird ihren Betrieb — Ende 1934 waren zwei Generatoren von je 82 500 kVA und ein 40 000 kVA-Stromerzeuger nebst Transformatoren usw. bestellt — beginnen, sobald genügend Wasser angestaut ist, die Southern California Edison Co. vertragsmäßig drei Jahre später. Bei dem Bezug der Stadt Los Angeles handelt es sich um in fünf Jahren ansteigende Beträge von etwa 429 bis 1648 Mill kWh, bei der Edison Co. um jährlich wachsende Prozentsätze von einem etwa 900 Mill kWh ausmachenden Höchstsatz.

Über den Absatz der in Aussicht stehenden großen Arbeitsmengen — Südkalifornien verbraucht z. Z. etwa 4 Mrd kWh im Jahr, von denen 3 die Southern California Edison Co. liefert — scheinen noch erhebliche Zweifel zu herrschen. Man hofft auf eine allgemeine Besserung der Geschäftslage, weiteren Zustrom von Einwohnern und die Wirkung von Änderungen in der Stromverteilung, muß aber anderseits berücksichtigen, daß im Lande bereits ein beachtlicher Überschuß an Kraftleistung besteht und die Elektrizitätswerke schwer um Absatzmöglichkeiten zu kämpfen haben. Die politische Lage war überdies bisher wenig günstig, auch sind sowohl von Pasadena wie von

[1]) Vgl. ETZ 53 (1932) S. 318.

Digitized by Google

Glendale und Burbank Anträge auf Fristverlängerung für die Erfüllung ihrer Abnahmeverpflichtungen gestellt worden. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 104, S. 821.) *fm.*

Meereskraftwerke. — So alt wie die elektrische Fernkraftübertragung sind auch die Pläne, Ebbe- und Flutkraftwerke durch sie auszunutzen. Aber diese letzteren erfordern zu einem wirtschaftlichen Betrieb sehr große Flächen, und das zur Anlegung solcher Speicherbecken geeignete Gelände ist zumeist so entlegen von Orten der Verwendungsmöglichkeit des Stromes, daß es bis heute noch überall beim Plan geblieben ist. Am meisten Aussicht haben wohl das Stauwerk an der argentinischen atlantischen Küste mit Kraftübertragung nach Buenos Aires[1]) und das an der Severnmündung am Bristolkanal in England[2]), dessen Strom unmittelbar in das staatliche englische Landesnetz (Grid) geleitet werden könnte.

Mit einem ganz anders gearteten Plan traten 1927 G. Claude und sein Mitarbeiter P. Boucherot vor die Académie des Sciences, Paris, indem sie vorschlugen, die Temperaturdifferenz tropischer Meere von 25 ° C an der Oberfläche und 7 ° C bei 250 m Tiefe bzw. 4 bis 5 ° C bei 600 bis 700 m Tiefe zur Dampferzeugung auszunutzen. Man dachte zunächst an Kessel mit niedrig siedenden Flüssigkeiten, wie Ammoniak oder Kohlensäure. Ein solches Werk wurde an der kubanischen Küste geschaffen. Ein wunder Punkt war aber die Tiefseerohrleitung, die zur Erreichung von 700 m Tiefe über 2 km lang war und in ihrem oberen Teil ständig von der Brandung beschädigt wurde.

Deshalb schlug Claude neue Wege ein. Er verlegte das ganze Kraftwerk auf ein Schiff. Die Tiefsee-Kaltwasserleitung wurde an einem schweren Betonklotz verankert und oben von einem großen Schwimmkörper getragen, der 15 m tief unter der Oberfläche blieb, so daß der Wellengang dem Rohr nichts mehr anhaben konnte. Die Verbindung mit dem Schiff stellt ein Harmonika-Leinwandbalgen von etwas über Rohrdurchmesser her, der von innen besteigbar ist und mit dem Rohr am Schwimmer gekuppelt werden kann. Die Dampferzeugung geschieht hier aus dem etwa 26 ° warmen Oberflächenwasser selbst, indem man es bei niedrigem Druck von 25 mm Quecksilbersäule verdampft und nach Durchströmen einer Dampfturbine in dem kalten Tiefseewasser von 5 ° kondensieren läßt. Zu dem Zwecke wird ein eiserner Kessel durch eine Zwischenwand in zwei Kammern geteilt. In die erste Kammer fördert eine Kreiselpumpe warmes Oberflächenwasser, in die zweite drückt eine Kreiselpumpe kaltes Tiefseewasser. Beide Kammern sind mit einer Luftpumpe verbunden. Unter dem Einfluß des niedrigen Druckes verdampft das Warmwasser mit rd. 10 atü und strömt durch die in der Zwischenwand angeordnete Dampfturbine zur Kaltwasserkammer über und von da zurück ins Meer. Ein derartig ausgerüsteter 10 000 t-Dampfer, die „Tunisie", ankert seit vorigem Jahr vor Rio de Janeiro. Die Rohrleitungen haben rd. 2,5 m Dmr. Die Tiefseeleitung ist bis zum Schwimmer 650 m lang und ist an 200 t Beton verankert. Es sind 5 Warmwasser- und 4 Kaltwasserbehälter vorhanden. In jede Scheidewand sind 2 Turbinen, im ganzen acht, von je 275 kW Leistung eingebaut. Zum Anlassen der Anlage, d. h. zum Antrieb der Luftpumpe und der Kreiselpumpen, ist noch eine 250 kW-Hilfsturbine vorgesehen, die den Dampf aus den Schiffskesseln erhält. Die Anlage dient nicht zur Elektrizitätslieferung, deren Fortleitung von dem Dampfer aus sich nicht verlohnt haben würde, sondern zur Eisherstellung. Alle Turbinen haben eine gemeinsame Welle, an der auf einer Seite ein 800 kW-Drehstromgenerator und auf der anderen ein Ammoniakverdichter von 1300 kW angeschlossen sind. In 24 h werden 1000 t Eis gewonnen, die in Rio zu günstigen Preisen Abnahme finden. Die Schiffsanlage arbeitet ununterbrochen. Bei Sturm aber wird das Schiff in den Hafen gefahren, da die hohen Aufbauten seine Stabilität beeinträchtigen. — Schon vor Claude hat der deutsche Physiker Braeuer 1925 den Vorschlag gemacht, die Oberflächen- und Tiefsee-Temperaturunterschiede zum Betrieb von Kohlensäure- und Ammoniakkesseln auszunutzen, er fand aber keine Unterstützung!

Neuerdings will man die Versuche der unmittelbaren Verwertung der Strömungsenergie des Meeres erneut aufnehmen, aber nicht die von Ebbe und Flut, sondern der dauernden Brandung. Durch Widder sollen die Wassermassen in ein hochgelegnes Bassin gefördert werden, welches die Fallrohre von Wasserturbinen speist. Man sagt sich, daß eine Flut immer erst nach 12 h 25 min kommt, aber ungefähr alle 10 s eine Welle. Die Energie einer 80 cm hohen Dünung berechnet man auf 70 bis 200 PS je Meter Uferstrecke. Selbst bei spiegelglatter See sind in etwas tieferen Schichten noch erhebliche Strömungen.

Ein solcher Plan mit Verwendung zahlreicher hydraulischer Widder tauchte bereits vor mehreren Jahren auf. Die Leistung eines einzelnen Widders ist bekanntlich sehr beschränkt, die vielen unabhängigen Widder aber mit den langen Steigleitungen würden an einer stürmischen Küste kein langes Leben gehabt haben. Man hat deshalb einen neuen „Siphon-Widder" entworfen, der aus einem weiten Steigrohr mit Rückschlagventil besteht, das oben in eine große Betonspeicherkammer fördert, welche durch eine Luftpumpe luftleer gemacht wird. Der atmosphärische Luftdruck läßt dann das Wasser in dem theoretisch 10 m, praktisch etwa 8 m hohen Rohr ansteigen. Die Wellenschläge im Meer, die eine Erhöhung des unteren Wasserstandes bewirken, pflanzen sich auch in dem Steigrohr fort, das oben in den Speicher überfließt. Aus dem Behälter führt dann ein Fallrohr zu in etwas über Meereshöhe aufgestellten Wasserturbinen. Durch die Größe des Speicherraums wird eine gleichmäßige Krafterzeugung erzielt, und außerdem schreibt man dem luftleeren Puffer die Eigenschaften eines Windkessels zu. Nach Zeitungsmeldungen soll die erste Anlage dieser Art bei Biarritz in Betrieb kommen. Der Arbeitsbedarf der Luftpumpen betrage nicht mehr als 10 % der Gesamtleistung. Man darf auf das Ergebnis einigermaßen gespannt sein. Widder solcher Ausmaße sind bisher nicht geglückt, und ein zweifelhafter Punkt ist wohl vorerst auch noch die Luftleermachung des verhältnismäßig großen Betonzwischenbehälters. Dr. W. Gosebruch.

Leitungen.

Zusammensetzbare Leitungsmaste aus Stahl. — Die Beschaffungs- und Unterhaltungskosten einer Freileitung werden stark beeinflußt durch die Wahl der zur Verwendung kommenden Mastarten. Einen Fortschritt bedeutet daher die Erfindung von Pisterhammer, die Maste aus ovalen Stahlrohren herzustellen. — Diese Maste werden aus 2 m langen genormten Stücken zusammengesetzt, die im Durchmesser so abgestuft sind, daß sich konisch verlaufende Maste ergeben. Aus 12 normalisierten Teilen lassen sich 55 verschiedene Maste herstellen. Die geeigneten Stücke werden einfach ineinandergesteckt, so daß sich Maste der gewünschten Höhe und für die erforderlichen Spitzenzüge ergeben. Ein 10 m hoher Mast kann beispielsweise von einem Arbeiter in wenigen Minuten zusammengesteckt und in senkrechte Lage gebracht werden. Die Beförderungskosten bis zur Baustelle sind geringfügig. Die Kosten für eine Werkstätte zur Herstellung derartiger Maste sind nicht übermäßig hoch. — Es werden Stahlbleche aus sog. „Patina-Stahl" mit 60 bis 70 kg/mm² Zerreißfestigkeit und großer Widerstandsfähigkeit gegen das Rosten verwendet. Die Rohre werden feuerverzinkt und erhalten, wo dies nötig ist, auch einen Zementüberzug. Das Fußende wird in ein Bleibad getaucht. Die Querarme werden einfach übergeschoben. Die Formgebung gestattet aller Feuchtigkeit ein glattes Abfließen. Auswechseln geknickter Röhren ist leicht und in kürzester Zeit auszuführen. Auch die kürzlich in England angestellten Versuche haben sehr günstige Ergebnisse gezeigt. (Electrician Bd. 113, S. 499.) *Bn.*

Amerikanische Überschlagwerte für Kettenisolatoren und Stabfunkenstrecken. — Die für die Höhe der Überschlagspannung von Hochspannungsisolatoren von den einzelnen Porzellanfabriken in V. S. Amerika angegebenen Werte wichen sowohl für betriebsfrequente Wechselspannung als auch besonders für Spannungstoß bisher außerordentlich stark (allein in der Trockenüberschlagspannung um 25 bis 30 % für 60 Hz und bis 60 % für Spannungstoß) voneinander ab. Die Gründe hierfür beruhten teils in der nicht genügenden Berücksichtigung der atmosphärischen Bedingungen, insbesondere der Luftfeuchtigkeit, sowie in der verschiedenen Verwendung von Spitzenfunkenstrecken oder Kugelfunkenstrecken zu Spannungsmessungen; bei Spannungstoß kam weiter hinzu, daß teilweise ganz uneinheitliche Stoßwellen mit überdies noch unklarer Bezeichnungsweise benutzt wurden. Ferner hatten meist Angaben über die Polarität gefehlt sowie darüber, ob der Überschlag auf der Wellenstirn oder dem Wellenrücken erfolgt war. Endlich waren etwaige Oberschwingungen nicht berücksichtigt worden, und schließlich war die Genauigkeit der verschiedenen Spannungsteiler wie der Spannungsmessung überhaupt recht fraglich gewesen.

[1]) ETZ 52 (1931) S. 639.
[2]) ETZ 54 (1933) S. 475.

Digitized by Google

Während in Deutschland, wo früher ähnliche Schwierigkeiten bestanden hatten, die in den Vereinigten Hochspannungs-Isolatoren-Werken zusammengeschlossenen Porzellanfabriken schon frühzeitig in jahrelanger gemeinsamer Arbeit auf Grund außerordentlich zahlreicher Vergleichsversuche zunächst bei Betriebsfrequenz für die Trocken- und Regenüberschlagspannung der gängigsten Hochspannungsisolatoren einheitliche, auf bestimmte atmosphärische Bedingungen bezogene Mittelwerte zusammengestellt haben, ist in V. S. Amerika diese Arbeit jetzt erst von einem gemischten „Überspannungs- und Isolatoren-Unterausschuß" des American Institute of Electrical Engineers, dem u. a. die Vertreter der vier größten Porzellanfabriken bzw. Hochspannungs-Versuchsfelder angehörten, geleistet worden. Die Arbeiten dieses Ausschusses liegen jetzt abgeschlossen vor, und zwar zunächst für 1- bis 20gliedrige Ketten der in V. S. Amerika meist gebräuchlichen Form von Hängisolatoren mit 10″ = 254 mm Dmr. und 5¾″ = 146 mm Baulänge. Die Genauigkeit der Messungen wird dabei zu etwa ± 5% geschätzt. Zur Berechnung der Überschlagwerte anderer Kettenisolatoren mit kürzerer Baulänge werden Umrechnungshinweise gegeben. Die Werte sind zunächst nur für die Trockenüberschlagspannung festgesetzt, und zwar einmal für 60 Hz und weiter für die Minimal-Stoßüberschlagspannung positiver Polarität. Zugrunde gelegt ist dabei die in V. S. Amerika meist gebrauchte Stoßwelle von 1 bis 5 und 1,5 bis 40 µs Dauer, wobei die erste Zahl die Stirndauer bis zum Scheitelwert, die zweite die Halbwertsdauer, beide gemessen vom Nullpunkt der Stoßwelle an, bezeichnen. Der Überschlag erfolgte stets auf dem Rücken der Stoßwelle, und zwar entsprechend dem Minimal-Stoßüberschlagwert mit gewissem Zeitverzug, wobei jedoch, wie auch in Deutschland üblich, als Überschlagspannung der Scheitelwert der Stoßwelle, der ja auch mit der parallel geschalteten Kugelfunkenstrecke gemessen wird, und nicht etwa der Spannungswert im Augenblick des Überschlags angegeben ist.

Ganz entsprechende Werte der Überschlagspannung sind noch für waagerecht aufgestellte Stabfunkenstrecken festgelegt, die in V. S. Amerika vielfach als Grobschutz für Überspannungen verwendet werden.

Sämtliche Zahlenangaben beziehen sich auf $t = 25$ °, 760 mm Hg und 6,5 grain/cbfuß absoluter Feuchtigkeit (dies entspricht 14,9 g/m³ oder etwa 65 % relativer Feuchtigkeit), während die deutschen Zahlenangaben für $t = 20$ °, 760 mm Hg und 50 % relativer Feuchtigkeit gelten[1]). Ein dementsprechend durchgeführter Vergleich ergibt für die amerikanischen und deutschen Spannungsangaben unter Berücksichtigung der etwas verschiedenen Baulängen ganz gute Übereinstimmung (bis auf einige Prozente), wobei noch in Betracht zu ziehen ist, daß den beiderseitigen Messungen wahrscheinlich noch verschiedene Eichkurven für die Kugelfunkenstrecke zugrunde liegen. Die unbedingte Notwendigkeit internationaler, richtiggestellter Eichkurven[2]) wird hierdurch erneut erwiesen.

Weitere vereinheitlichte Spannungswerte für die etwas höher liegende negative Stoßüberschlagspannung, für die Trocken- und Regenüberschlagspannung auch anderer Isolatoren, wie endlich auch für die verschiedenen Überschlag-Verzugskennlinien sollen in V. S. Amerika anschließend noch festgelegt werden. (Electr. Engng. Bd. 53, S. 882.) *W. W.*

Apparate und Stromrichter.

Die Sperrspannung des Marx-Stromrichters. — An einem Lichtbogenventil für Versuchszwecke[3]) wurde bei einphasiger Gleichrichtung mit Wirklast mittels der von Erwin Marx angegebenen Prüfschaltung[4]) die Sperrfähigkeit in Abhängigkeit vom Luftdruck im Ventil, vom Elektrodenabstand und der Elektrodenform gemessen. Der Betriebstrom mit einem Scheitelwert von $i_m = 112$ A wurde einem 6 kV-Netz entnommen, die Prüfspannung erzeugte ein Tesla-Transformator. Mittels einer synchron mit dem Betriebstrom rotierenden Funkenstrecke wurde die Prüfspannung periodisch in jeder Sperrhalbwelle an das Ventil angelegt. Die höchste Prüfspannung, die noch nicht zu einem Durchschlag zwischen den Elektroden führt, wird als Sperrspannung u_s angegeben. Es ergab sich, daß die Sperrspannung in dem untersuchten Bereich bis zu einem Luftdruck von $p = 3{,}5$ at abs und einem Elektrodenabstand von $a = 2{,}0$ cm dem Paschenschen Gesetz gehorcht und in großer Annäherung die Beziehung gilt

$$u_s = 25 \cdot a\,p,$$

worin u_s die Sperrspannung in kV_{max}, a den Elektrodenabstand in cm und p den Luftdruck im Ventil in at abs bedeuten. Diese einfache und wichtige Beziehung ermöglicht also die Berechnung der Sperrspannung für jedes Lichtbogenventil und gilt für jede Elektrodenform. Vorbedingung für die Gültigkeit der Gleichung ist jedoch, daß die das Ventil in der Zeiteinheit durchströmende Luftmenge einen bestimmten Mindestwert Q_{min} nicht unterschreitet. Diese Mindestluftmenge Q_{min} ist um so größer, je ungünstiger die Elektrodenform ist, d. h. je schlechter das während der Sperrzeit zwischen den Elektroden auftretende elektrische Feld durch die Schirmelektroden von den Hauptelektroden ferngehalten wird. Außerdem wächst die Mindestluftmenge im allgemeinen mit dem Elektrodenabstand und der Betriebstromstärke. Für günstige Elektrodenformen steigt Q_{min} geradlinig mit der Stromstärke an, und man kann in dem bis $i_m = 170$ A untersuchten Bereich annähernd schreiben

$$Q_{min} = 3 + 0{,}1 \cdot i_m,$$

wenn Q_{min} in m³/h und i_m in A eingesetzt werden.

Zum Vergleich mit den Sperrspannungsmessungen während des Betriebes wurde die Durchschlagspannung des Ventils bei abgeschaltetem Betriebstrom und bei kalten Elektroden in Abhängigkeit vom Luftdruck und vom Elektrodenabstand gemessen. Das Ergebnis war: Die Sperrspannung während des Betriebes wird nur dadurch gegenüber der Durchschlagspannung bei kalten Elektroden erniedrigt, daß die Elektroden (und damit das ganze Ventil und auch die zuströmende Luft) durch den Betriebslichtbogen erwärmt werden. Würde man durch eine andere Wärmequelle die Elektroden (wie es beispielsweise R. Deppe bei seinen Untersuchungen[1]) getan hat) sowie die zuströmende Luft auf die im Gleichrichterbetrieb auftretende Temperatur erwärmen, so würden sich die gleichen Durchschlagspannungen ergeben wie während der Sperrzeiten des Stromrichterbetriebes. Das bedeutet, daß die als Rückstände des Lichtbogens zurückbleibenden, nicht neutralen elektrischen Ladungsträger in so kurzer Zeit unwirksam gemacht werden, daß sie die Sperrfähigkeit des Ventils nicht beeinflussen, der Elektrodenzwischenraum also durch die Luftströmung zuverlässig gereinigt wird. Das gleiche Ergebnis zeigte auch ein anderer Versuch. Dabei wurde der Betriebstrom plötzlich abgeschaltet, nachdem das Ventil durch längeres Fahren die Betriebstemperatur angenommen hatte. Die Prüfung ergab, daß die Sperrspannung noch etwa 2 bis 5 s nach dem Abschalten des Betriebstromes denselben Wert behielt und dann erst anfangs rasch und später langsam anwuchs, entsprechend der Abkühlung des Ventils durch die durchströmende Luft.

Durch Leistungsmessung wurden die Verluste und damit der Lichtbogenspannungsabfall bestimmt. Die Lichtbogenlänge und die Verluste blieben am kleinsten, wenn durch die Kathode nur etwa 10 % der durch das Ventil fließenden Luftmenge abströmten und 90 % durch die Anode. Dabei blieb die Sperrspannung so hoch wie bei symmetrischer Luftströmung. Im übrigen erwies sich der Lichtbogenspannungsabfall in der bekannten Weise als abhängig von der Lichtbogenlänge, der Kühlung des Lichtbogenkanals und dem Luftdruck. Bei der durch die Prüfanlage begrenzten höchsten Sperrspannung von 180 kV Scheitelwert wurde ein Lichtbogenspannungsabfall von 140 V gemessen. Das entspricht für eine Mehrphasenanlage mit Marx-Stromrichtern ohne Berücksichtigung des Verbrauchs der Hilfsapparate einem Wirkungsgrad von 99,8 %. (Hans W. Meyer, Dissertation T. H. Braunschweig 1935.) *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 371[2]):

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten ist das folgende System von Elektrizitätszählern zur Beglaubigung durch

1) Wegen Umrechnungsunterlagen sei auf die Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. H. 64/65, S. 23; Auszug in ETZ 54 (1933) S. 1219 verwiesen.
2) Vgl. ETZ 1935, S. 423.
3) ETZ 55 (1934) S. 861, Abb. 1.
4) Erwin Marx, „Lichtbogen-Stromrichter für sehr hohe Spannungen und Leistungen", Verlag Julius Springer, Berlin 1932, S. 108, Abb. 69.

1) R. Deppe, „Einfluß der Elektrodentemperatur auf die Durchschlagspannung der Luft bei verschiedenen Spannungsarten", Dissertation T. H. Braunschweig 1933.
2) Reichsministerialblatt 1935, S. 58.

Digitized by Google

die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen.

System 175, die Formen CRoo, DRoo, CRood und DRood, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma **Paul Firchow Nachfgr. Aktiengesellschaft** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 15. Januar 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Stark."

Beschreibung[1]).

Den bisher als System 129 zur Beglaubigung zugelassenen, in der Bekanntmachung genannten Zählerformen[2]) wird auf Grund der Bekanntmachung Nr. 367[3]) die Systemnummer 175 zuerteilt.

Die Wiedergabe der Lastkurve durch Mittelwert bildende Meßgeräte. — Meßgeräte, die einen zeitlichen Mittelwert bilden, werden vor allem für die Verrechnung der von Großabnehmern bezogenen elektrischen Arbeit benutzt. Am verbreitetsten sind die Geräte, die unter Benutzung eines Zählersystems den arithmetischen Mittelwert über einen bestimmten Zeitabschnitt (¼ h) bilden. Die Anzeige des Mittelwertes erfolgt bei ihnen unstetig, im allgemeinen in Zeitabständen, die gleich der Integrationsperiode sind (¼ h), so daß sie nicht zur dauernden Überwachung und Regelung der für die Verrechnung maßgebenden mittleren Leistung benutzt werden können. Außer dieser Unvollkommenheit weisen sie grundsätzliche meßtechnische Nachteile auf.

Die Hauptanforderung, die man an Mittelwert bildende Geräte stellen muß, lautet nämlich: schnelle Lastschwankungen sollen sich weniger in der Anzeige des Gerätes auswirken als langsamere. Abb. 3 zeigt, daß dies nicht der Fall ist. In dem Schaubild gibt die Kurve A_{in} an, mit welcher Amplitude sinusförmige Lastschwankungen, deren Periodendauer Θ ist, durch ein Gerät mit der Integrationsperiode T_{in} wiedergegeben werden. Zunächst nimmt die Amplitude A_{in} der Abbildung mit wachsender Frequenz der Lastschwankungen (die Frequenz ist proportional T_{in}/Θ) zwar ab und wird bei $T_{in}/\Theta = 1$ zu Null. Bei größer werdender Frequenz nimmt A_{in} jedoch wieder endliche Werte an, um bei $T_{in}/\Theta = 2$ wieder Null zu werden. Dieses Spiel setzt sich fort. Zu welchem absonderlichen Verfahren diese Eigenschaft des Meßgerätes führen kann, wird an einem besonderen Beispiel in der Originalarbeit gezeigt. Es sei noch besonders betont, daß das in Abb. 3 dargestellte Verhalten des Meßgerätes auf das Meßprinzip (arithmetische Mittelwertbildung über einen bestimmten Zeitabschnitt) und nicht auf die bereits erwähnte diskontinuierliche Anzeige zurückzuführen ist.

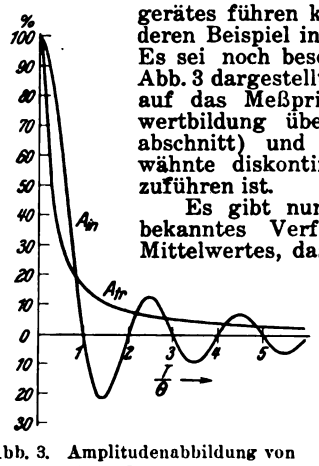


Abb. 3. Amplitudenabbildung von sinusförmigen Lastschwankungen.

Es gibt nun ein anderes, seit langem bekanntes Verfahren zur Bildung eines Mittelwertes, das wesentlich bessere Eigenschaften aufweist. Bei ihm werden periodische Lastschwankungen entsprechend der Kennlinie A_{tr} der Abb. 3 wiedergegeben. Dieses Verfahren hat außerdem den für die Betriebsführung großen Vorteil, daß es eine kontinuierliche Anzeige der mittleren Leistung liefert, so daß bei Erreichung des Tarifwertes rechtzeitig ein Signal ausgelöst oder eine selbsttätige Regelung eingeschaltet werden kann. Die Wirkungsweise eines nach diesem Verfahren arbeitenden Gerätes wird am besten veranschaulicht, wenn man sein Verhalten bei plötzlicher Änderung des Meßwertes betrachtet. Es stellt sich dann auf den neuen Gleichgewichtszustand nach einer Exponentialfunktion ein mit einer Zeitkonstanten T_{tr}, die durch die konstruktiven Abmessungen bestimmt wird. Daß dieses Verfahren der Mittelwertbildung bisher für die Ermittlung der mittleren bezogenen Leistung wenig Verbreitung gefunden hat, dürfte zum Teil daran liegen, daß die Konstruktion von Leistungsmessern mit einer Einstellzeit von etwa 1 h gewisse Schwierigkeiten bereitet. Es gibt jedoch eine größere Zahl von Lösungsmöglichkeiten. (H. Dallmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 11, S. 710.)

[1]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 371. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 253.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 349.

Messung magnetischer Feldstärken mit Wirbelströmen. — Das Gerät nach Abb. 4 soll als Ersatz für die zerbrechliche Wismutspirale dienen. Ein Aluminiumzylinder *M* ist über einen Glasstab *G* an einer Achse *A* befestigt. An der Achse befindet sich eine Spiralfeder *S* und ein Zeiger *Z*. Mit *Z* kann der Zylinder gegen die Spannung der Spiralfeder bis zu einem Anschlag gedreht werden und wird dann durch die Feder *F* in dieser Lage gehalten. Wird *F* durch den Druckknopf *D* gelöst, so dreht sich das System in die Ruhelage zurück. Befindet sich *M* in einem Magnetfeld, so entstehen bei der Drehung Wirbelströme, die die Bewegung bremsen. Als Maß für die magnetische Feldstärke wird der Winkel benutzt, den das System in einer gewissen Zeit zurücklegt. Um die Bremse *F* für eine bestimmte Zeit frei zu machen, wird ein handelsüblicher photographischer Selbstauslöser benutzt, der mit einem Gummiball auf den Druckknopf einen Druck von wählbarer Dauer (eingestellte Belichtungszeit) ausübt. Die Skala kann empirisch, durch Einführung des Systems in Magnetfelder bekannter Größe, sofort in Örsted geeicht werden. (H. Buchner, Physik. Z. Bd. 35, S. 409.) *Br.*

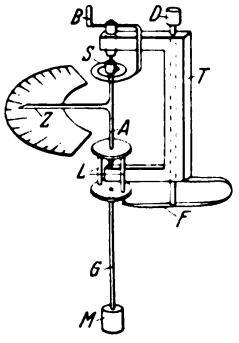


Abb. 4. Gerät zur Messung magnetischer Feldstärken.

Elektrostatisches Lichtzeiger-Voltmeter für kleine Spannungen. — Von A. Palm wird ein Instrument beschrieben, dessen Lichtzeiger mit 20 V über die Skala geht, deren Feinteilung mit 1 V beginnt und deren Höchstempfindlichkeit zwischen 2 und 8 V liegt. Das Voltmeter ist für Gleichstrom und für Wechselstrom bis 10^8 Hz verwendbar. Die Abb. 5 zeigt in einem senkrechten Schnitt die Inneneinrichtung; das Holzgehäuse hat eine Höhe von etwa 230 mm. Das Meßwerk *1* ist ein Quadrantenelektrometer. In den Kammern schwingt eine schmale Nadel, die an einem langen Metallband aufgehängt ist. Zur Dämpfung reicht der Luftwiderstand aus, den die Nadel bei ihrer Bewegung in den engen Kammern findet. Letztere sind mit einer dünnen Isolierschicht überzogen, die weder bei Gleichstrom noch bei Hochfrequenz stört, aber das Instrument bei zufälliger Berührung zwischen Nadel und Kammer vor Schaden durch Kurzschluß bewahrt. Die Einstellungsdauer beträgt etwa 15 s. Oben im Gehäuse ist eine kleine Glühlampe *2* eingebaut. Der Lichtstrahl fällt über eine geeignete Optik und ein Prisma auf den unten am Meßwerk angebrachten Spiegel und wird von dort wieder über das Prisma nach der im Deckel versenkt angeordneten Skala zurückgeworfen. An der Blende unterhalb der Lampe *2* ist ein dünner schwarzer Faden angebracht, der auf der Skala als dunkler Strich im hellen Feld abgebildet wird. Unten am Gehäuse sind Stellschrauben zur Einstellung nach einer Libelle angebracht; dort befindet sich auch eine Arretiervorrichtung, die das empfindliche Meßwerk bei Transport vor Schaden bewahrt. Die Isolatoren sind aus Calan, für Ladungsmessungen aus Bernstein. Die Kapazität zwischen den als Steckbuchsen für Bananenstecker ausgebildeten Klemmen beträgt im Endausschlag 13 pF. (A. Palm, Z. techn. Physik Bd. 16, S. 51.) *Sb.*

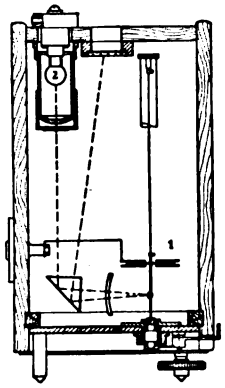


Abb. 5. Schnitt durch das elektrostatische Voltmeter mit Lichtzeiger.

Elektrowärme.

Chemische Untersuchungen an Siliziumkarbid-Heizleitern. — Die von H. Klammroth angestellten Untersuchungen sollten in erster Linie die Zusammen-

Digitized by Google

hänge zwischen der während der Alterung von Siliziumkarbid-Heizleitern auftretenden Änderung des elektrischen Widerstandes und den gleichzeitig erfolgenden chemischen Stoffveränderungen aufklären. SiC-Heizstäbe verschiedener Herkunft und Zusammensetzung wurden bei 1400 ° im Luftstrom, später auch in anderen Atmosphären im Dauerbetriebe erhitzt. Um eine gleichmäßige Temperatur der Probekörper zu gewährleisten, wurde die Heizung indirekt in elektrischen Molybdän-Röhrenöfen vorgenommen.

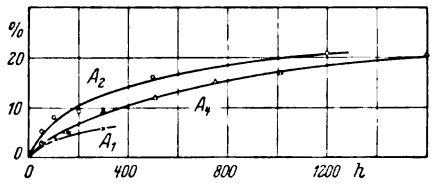


Abb. 6. Prozentualer Anteil des in Luft verbrannten SiC in Abhängigkeit von der Betriebsdauer, untersucht an den Stäben A_1, A_2 und A_4.

Chemische Untersuchungen an den in Luft erhitzten Stäben zeigten, daß das Heizleitermaterial von dem Luftsauerstoff bei 1400 ° zu Kieselsäure und Kohlensäure verbrannt wird: $SiC + 2\,O_2 = SiO_2 + CO_2$. An den oberflächlich „blanken" Karbidkörnchen geht die Reaktion zunächst rasch vonstatten. Die sich bildende Kohlensäure wird mit dem Luftstrom fortgeführt, die Kieselsäure dagegen bleibt auf den Teilchen haften und hindert dadurch in steigendem Maße den Zutritt des Sauerstoffs zu dem noch unangegriffenen Inneren. Da der verbrannte Anteil des Siliziumkarbids von der Diffusionsgeschwindigkeit des Sauerstoffs durch die wachsende Kieselsäureschicht abhängig ist, stellt der zeitliche Verlauf der Verbrennung eine parabolische Funktion dar, wie es in Abb. 6 auch zum Ausdruck kommt. Die verbrannte Karbidmenge ist nach sehr langer Betriebsdauer recht beträchtlich; sie beträgt nach 1200 h im Mittel etwa 20 %. Mit steigendem SiO_2-Gehalt tritt eine langsame Aufhellung der Farbe des Stabmaterials ein; auch die Sprödigkeit nimmt zu.

Der Verbrennungsvorgang an den Heizleitern bedeutet einen Verlust an stromleitendem Stoff, denn Kieselsäure ist praktisch ein Nichtleiter. Das Anwachsen des SiO_2-Gehaltes hat daher eine dauernde Zunahme des elektrischen Widerstandes zur Folge: Der Heizleiter altert. Die Verringerung der Leitfähigkeit ist aber, wie zunächst nicht erwartet werden konnte, keineswegs dem verbrannten Anteil des Siliziumkarbids proportional, sondern schon nach kurzer Heizdauer wesentlich größer (Abb. 7). Weil nämlich, wie oben erwähnt, der Kieselsäureüberzug auf den angegriffenen SiC-Teilchen den Sauerstoffangriff auf den unveränderten Kern erschwert und ferner die Heizleitermasse stark porig ist, werden auch die inneren Teile des Stabes anoxydiert, ohne daß etwa die Oberflächenschicht vollständig verbrannt ist. Die in SiO_2 eingehüllten Körnchen können nicht mehr elektrisch leiten, so daß der Gesamtwiderstand viel stärker ansteigt, als es der analytisch bestimmten SiC-Abnahme entsprechen würde. Hat sich die oberflächliche Verbrennung der Teilchen nahezu im gesamten Querschnitt des Stabes vollzogen, so geht der Widerstand ganz stark in die Höhe (Abb. 7). Fraglich bleibt bei dieser Deutung der Widerstandsänderung eine Beeinflussung durch Strukturveränderungen des Stoffes, die im Rahmen dieser Untersuchungen nicht nachgewiesen werden konnten.

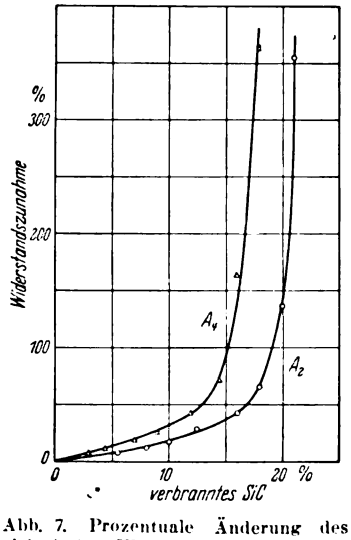


Abb. 7. Prozentuale Änderung des elektrischen Widerstandes bei 1400° in Abhängigkeit vom Prozentanteil des verbrannten SiC, untersucht an den Stäben A_2 und A_4.

Aus Abb. 7 ist zwischen den untersuchten Stäben A_2 und A_4 ein deutlicher Unterschied im Beginn des Steilanstiegs der Widerstandskurve, d. h. dem Ende der praktischen Verwendbarkeit, zu erkennen. Für den Stab A_4 ist dieser Zustand schon bei etwa 16 % SiC-Schwund erreicht, für den Stab A_2 erst nach 20 %. Es ist möglich, daß die Masse A_4 in ihrer Struktur eine kleinere innere Oberfläche hat, so daß schon eine prozentual geringere SiO_2-Menge den leitenden Querschnitt gleich stark verringert.

Kieselsäure ist spezifisch leichter als Siliziumkarbid. Die Anreicherung von SiO_2 in alternden SiC-Heizleitern bringt daher eine Abnahme der Gesamtdichte mit sich. Wegen ihres größeren Volumens füllt die Kieselsäure im Laufe der Betriebszeit mehr und mehr die zwischen den Teilchen liegenden Poren, so daß die Porigkeit stark abnimmt. Gleichzeitig scheint eine gewisse bleibende Längung der Stäbe einzutreten. Mit der Einlagerung von Kieselsäure in das Gefüge ist auch eine Erhöhung der Sprödigkeit verbunden.

Die während des Heizbetriebes entstandene Kieselsäure tritt als Cristobalit auf. Bei Temperaturschwankungen in einem gealterten Stabe führt die sprunghafte Volumenänderung der beiden Cristobalitmodifikationen im Umwandlungsgebiet zwischen 200 und 300 ° zu einer Auflockerung des Gefüges. Es bilden sich ganz feine Risse, wodurch neue Angriffspunkte für den Sauerstoff geschaffen werden, so daß die Alterung fortschreitet. Auf diese Weise wird durch wiederholtes Abkühlen und Anheizen nicht nur die mechanische Festigkeit des Stoffes, sondern auch seine Lebensdauer beeinträchtigt.

Erhitzt man SiC-Stäbe anstatt im Luftstrom in einem dem O_2-Gehalt der Luft entsprechenden reinen Sauerstoffstrom, so geht die Verbrennung schneller vor sich. Eine Einwirkung des Stickstoffs der Luft auf die Heizleitermasse wurde bei 1400 ° nicht beobachtet. Wohl aber bilden sich im reinen Stickstoffstrom unter Zerstörung des Gefüges Siliziumnitride und entweichendes Dicyan, $(CN)_2$. Die Si-Nitride verbrennen im Luftstrom wieder zu SiO_2. Es ist augenscheinlich, daß sich Stickstoff bei 1400 ° nicht als Schutzgas für SiC-Heizleiter eignet.

Bei Erhitzung von Siliziumkarbidstäben in feuchtem Wasserstoff tritt bei 1400 ° die oxydierende Wirkung des Wasserdampfes (s. u.) in den Vordergrund; es ist ohne besondere äußerliche Veränderung des Stoffes eine der Verbrennung in Luft oder Sauerstoff gleichartige Bildung von SiO_2 und ein Anwachsen des elektrischen Widerstandes zu beobachten. Trockener Wasserstoff reduziert vorhandenes SiO_2 bei 1400 °. Das hierbei sowie durch thermische Spaltung von SiC entstehende Silizium verdampft und schlägt sich an kälteren Stellen des Ofens als feinteiliges und leicht verbrennliches Sublimat nieder. Demnach kann auch eine Wasserstoffhülle die SiC-Heizleiter nicht gegen chemische Veränderungen schützen.

Überhitzter Wasserdampf setzt sich bei 1400 ° mit Siliziumkarbid stark zu SiO_2 und CO_2 um, wobei freier Wasserstoff abgespalten wird: $SiC + 4\,H_2O = SiO_2 + CO_2 + 4\,H_2$. Die Feuchtigkeit wird daher, wie auch das Verhalten der Stäbe in wasserdampfhaltigem Wasserstoff bewies, bei der Alterung der SiC-Heizleiter eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. (H. Klammroth, Mitt. Forsch.-Inst. Elektrowärmetechn. Hannover, H. 15.) *Sb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Deutsche Reichsbahn im Jahre 1934. — Vorläufiger Jahresrückblick. Dank der kräftigen Aufwärtsentwicklung im deutschen Wirtschaftsleben wird der voraussichtliche Rechnungsabschluß der Reichsbahn für das abgelaufene Geschäftsjahr ein günstigeres Bild zeigen als in den letzten Jahren. Verkehrs- und Betriebsleistungen liegen in ihren Endsummen sowohl im Personen- wie im Güterverkehr beträchtlich über dem Stand des Vorjahres. Die Entwicklung der Einnahmen hielt damit freilich nicht Schritt, weil die Reichsbahn wiederum viele ihrer Beförderungsleistungen im verantwortungsbewußten Dienst an der deutschen Volkswirtschaft oder in selbstverständlicher Förderung der großen sozialen Ziele der Staatsführung zu ermäßigten Sätzen (Gütertransporte der Reichsautobahnen) oder sogar unentgeltlich (Transportgüter im Winterhilfswerk) zur Verfügung stellte. Gleichwohl wird das Jahresergebnis der Gesamteinnahmen um rd. 15 % höher ausfallen als im Jahre 1933. Der Personen- und Gepäckverkehr wird etwas über 900 Mill RM (845,9)[1]), d. h. mit 8 % mehr als 1933 abschließen. Der Güterverkehr wird voraussichtlich über 300 Mill RM oder 19 % mehr als 1933 einbringen. Dabei hat jeder Monat eine Einnahmevermehrung gebracht, was die dauerhafte Wirksamkeit des von der Reichsregierung herbeigeführten Konjunkturumschwungs erkennen läßt. Infolge des Einnahmezuwachses wird wahrscheinlich die Betriebsrechnung mit einem kleinen Überschuß abschließen. Die 1933 in Gang gesetzten

[1]) Die Ziffern in Klammern gelten für 1933.

Digitized by Google

großen zusätzlichen Arbeitsbeschaffungsprogramme erforderten beträchtliche Ausgaben. Von den hierfür vorgesehenen 731 Mill RM wurden rd. 630 Mill RM 1934 abgewickelt. Seit Januar 1933 sind der Wirtschaft insgesamt 1067 Mill RM für zusätzliche Aufträge zugute gekommen, und mit den in den Grundwirtschaftsprogrammen der Reichsbahn enthaltenen Ausgaben von rd. 1 Mrd RM jährlich ergibt sich, daß für das Jahr 1933 etwa 1,3 Mrd RM und für 1934 etwa 1,5 Mrd RM der deutschen Wirtschaft zuflossen und noch zufließen werden.

Im Güterverkehr ist beachtenswert die Steigerung des Bestandes der Großgüterwagen von 917 auf 1121 und der Behälter im Behälterverkehr auf mehr als 11 000 Stück. Die Geschwindigkeit der Güterzüge im Fernverkehr soll künftig auf 70 bis 75 km/h erhöht werden. Im Personenverkehr wurde auf einer größeren Anzahl der wichtigsten Strecken eine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h bei vergrößertem Vorsignalabstand von 1000 m zugelassen. Auf den Nebenbahnen (22 700 km) wurde die Höchstgeschwindigkeit bis auf über 60 km/h (0,7 %) erhöht. Die Eingliederung des Kraftwagens in den Schienenverkehr wurde 1934 im großen Umfange ausgebaut. Im Schienenersatzverkehr wurden im Laufe 1934 1127 Motorwagen eingesetzt.

Die durchschnittliche Leistung einer Dampflokomotive zwischen zwei Hauptausbesserungen betrug rd. 115 000 (117 000) km. Der Ausbesserungstand der Dampflokomotiven betrug im Jahresdurchschnitt ohne Anrechnung der von der Ausbesserung zurückgestellten Lokomotiven 14,9 % (12,8 %). Am Jahresende waren rd. 600 (2000) Lokomotiven überzählig; im Jahresdurchschnitt betrug der Überstand 1000 (3100) Stück. Der Brennstoffverbrauch der Dampflokomotiven betrug auf 1000 Lokkm 13,55 (13,24) t Kohle. Bezogen auf geleistete Betriebsbruttotonnenkilometer ging der Verbrauch durch die stärkere Auslastung der Züge um rd. 3 % zurück.

Die Einführung des elektrischen Zugbetriebes machte im verflossenen Jahre erhebliche Fortschritte. Von den Einrichtungen, die zu Beginn des Jahres im Bau waren, wurden verschiedene im Laufe des Jahres so weit durchgeführt, daß der elektrische Zugbetrieb aufgenommen werden konnte, und zwar nacheinander innerhalb der Zeit von Anfang Juni bis Anfang Oktober auf den nachgenannten Strecken:

Güterbahn Stuttgart Hauptbahnhof—Kornwestheim Rangierbahnhof (9 km),
München—Dachau mit Güterbahn München/Laim—Allach (24 km),
Güterbahn Leipzig Magdeburg-Thüringer Bahnhof—Leipzig/Wahren (9 km),
Plochingen—Tübingen, im Anschluß an die Hauptstrecke Stuttgart—Ulm (49 km),
Halle—Köthen—Magdeburg (87 km) und
Gütergleise Magdeburg Hauptbahnhof—Schönebeck (16 km).

Insgesamt erweiterte sich der Umfang der elektrischen Zugförderung der Reichsbahn im Jahre 1934 um 180 auf rd. 2070 Streckenkilometer oder auf fast 4 % des gesamten Streckennetzes. Noch im Bau waren am Jahresende im wesentlichen die Einrichtungen für die Strecke Augsburg—Nürnberg, die Höllental- und die Dreiseenbahn, zusammen für rd. 200 Streckenkilometer. Die Inbetriebnahme auf dem Abschnitt Augsburg—Donauwörth der Linie Augsburg—Nürnberg stand am Jahresschluß nahe bevor[1]).

Ende Juni übernahm die Reichsbahn mit ihrem Lokomotiv- und Zugpersonal und ihren elektrischen Triebfahrzeugen die Zugförderung auf der 7 km langen, eingleisigen, zum Teil sehr steilen Riesengebirgsbahn (Privatbahn) Zillerthal—Krummhübel[2]).

Mit der Eröffnung des elektrischen Zugbetriebs der Strecke Halle—Köthen—Magdeburg[3]) vermehrte sich die Zahl der Unterwerke der Reichsbahn für den elektrischen Bahnbetrieb um eines, nämlich um das Unterwerk Köthen. Auch wurde die rd. 40 km lange Fernleitung vom Reichsbahn-Kraftwerk Muldenstein bis nach dem genannten Unterwerk in Betrieb gesetzt.

Im Laufe des Jahres wurde auch die Vorbereitung der Einführung des elektrischen Zugbetriebs auf der wichtigen Nord-Süd-Verbindung Berlin—München über Probstzella und Nürnberg im Anschluß an den vorhandenen elektrischen Betrieb München—Augsburg und die im Bau befindliche Einrichtung der Strecke Augsburg—Nürnberg (rd. 500 km Neuelektrisierung) betrieben.

Bei der Ausgestaltung der Fahrleitungsanlage für die im Ausbau befindliche Strecke Augsburg—Nürnberg wurde bereits für eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit bis auf 160 km/h durch die Anwendung verschiedener neuer Bauweisen vorgesorgt.

Der Gedanke, die wichtige Neuerung des Umrichters zur Erzeugung von Einphasenstrom aus Drehstrom der Landesversorgung bei besserem Wirkungsgrad, leichterer Bedienbarkeit und mit geringeren Kosten, als es mittels eines Umformers möglich ist, einzuführen, wurde weiter verfolgt. Der Bau der Umrichteranlage für das Reichsbahn-Unterwerk Basel, das der Energieversorgung der Wiesental- und Wehrtalbahn in Südbaden dient, ist bei der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft so weit gediehen, daß der Beginn der Aufstellung zu Anfang kommenden Jahres bevorsteht. Gegen Ende 1934 wurde ein zweiter Umrichter bestellt, und zwar bei der Firma Brown Boveri & Cie für eine Versuchsanlage in Pforzheim, die mittels einer 110 kV-Fernleitung an die Fernleitung von den bayerischen Wasserkraftwerken nach Stuttgart angeschlossen werden soll. Schließlich wurden im Laufe des Jahres Versuche mit dem Umrichter der Bauart der Siemens-Schuckertwerke im reichsbahneigenen Saalach-Kraftwerk fortgeführt.

Auf Grund der Erfahrungen der vergangenen Jahre wurden im Benehmen mit dem vom Führer der Energiewirtschaft anerkannten Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung neue „Allgemeine Bedingungen für die Lieferung elektrischer Arbeit an die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft“ nebst Richtlinien mit einem Mustervordruck für den Vertragsabschluß neu bearbeitet und im April 1934 in Kraft gesetzt.

Die Zahl der Triebwagen mit eigener Kraftquelle wurde im laufenden Geschäftsjahr 1934 durch Neulieferung um 45 Stück vermehrt. Die Steigerung der km-Leistung betrug gegenüber dem Vorjahr 11 %. Der Schnelltriebwagen Berlin—Hamburg konnte den größten Teil (84 %) seiner planmäßigen Fahrten erledigen, was für ein einzelnes Versuchsfahrzeug als recht günstiges Ergebnis betrachtet werden muß. Seit seiner Inbetriebnahme legte der Wagen bis zum 1. I. 1935 270 000 km zurück.

Die Bautätigkeit wurde im Geschäftsjahr 1934 stark gefördert. Mit dem Bau der Nord-Süd-Bahn in Berlin wurde in diesem Jahre begonnen[1]). Die Arbeiten sind in vollem Gange.

Aus den Arbeiten der Bahnunterhaltung sei angeführt, daß an zahlreichen Wegübergängen zur Verbesserung der Sicht weitere Warnlichtanlagen eingebaut wurden. Einen wesentlichen Anteil an den Oberbauarbeiten bildete das Herrichten zahlreicher Strecken für erhöhte Fahrgeschwindigkeiten. 30 m-Schienen wurden eingelegt, die Gleisabstände vergrößert; auf der Wannseebahn bei Berlin wurden versuchsweise zusammengeschweißte Schienen von 60 m Länge eingebaut. Die Frage des Langschienenoberbaus und der Knicksicherheit lückenloser Gleise wird durch eine zu diesem Zweck gebildete Arbeitsgemeinschaft untersucht werden. Ebenso wird das Zusammenwirken und die zweckmäßige Formgebung von Rad und Schiene eingehend geprüft. Dank der weiteren Vervollkommnung der Schweißmaschinen und Schweißdrähte und der Geräte und Verfahren für die Prüfung fertiger Schweißnähte fand bei neuen vollwandigen Überbauten die Elektroschweißung weitestgehende Anwendung, auch bei Bauteilen aus hochwertigen Stählen. Im Zuge des Rügendammes wurden geschweißte Vollwandträger von 52 m Stützweite eingebaut. Im Röntgenverfahren können heute Schweißverbindungen bis zu 8 m Länge bei Dicken bis zu 40 mm in einem Arbeitsgang geprüft werden.

Auf dem Gebiet der Sicherungs- und Fernmeldeanlagen wurde die Ausrüstung von Bahnen mit elektrischer Streckenblockung fortgesetzt. Auf einer Reihe von Schnellzugstrecken mit hoher Fahrgeschwindigkeit wurden die Abstände der Vorsignale vom zugehörigen Hauptsignal auf 1000 m erhöht und hierbei Vorsignale mit Zusatzflügel eingeführt. Mit dem Einbau von Zugbeeinflussungseinrichtungen zur Verhütung des Überfahrens von Haltesignalen wurde weitgehend fortgefahren. Die Einrichtung elektrischer Weichen- und Signalbeleuchtung sowie die Ausrüstung mit selbsttätigen Warnanlagen für den Straßenverkehr schreiten weiter fort. 42 neue Fernsprech-Selbstanschlußämter wurden in Betrieb genommen. Die durchgehenden Fernsprechverbindungen wurden mittels Trägerfrequenztelephonie bedeutend vermehrt.

Bei den neu beschafften schweren Einheits-Schnellzug-Dampflokomotiven der Reihe 01 wurde von der Schweißung weitgehend Gebrauch gemacht. Ein Teil der 01- und 03-Lokomotiven ist bereits für 130 km/h Höchst-

[1]) ETZ 55 (1934) S. 938, 1212.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 325, 727.
[3]) ETZ 55 (1934) S. 892.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 370.

Digitized by Google

geschwindigkeit gebaut. Die neu entwickelte 1 B 1-Personenzugtenderlokomotive der Reihe 71 ° für 90 km/h Geschwindigkeit ist die erste Reichbahnlokomotive für 20 atü Kesseldruck. Am 1. IV. 1934 wurde auch beim Reichsbahn-Zentralamt München eine elektrotechnische Versuchsanstalt, die bisher beim RAW-Dessau war, für den Gesamtbereich der DRG eingerichtet, deren Aufgabenkreis sich auf alle anfallenden Versuche elektrotechnischer Art erstreckt.

Neu in Auftrag gegeben wurden: 2 Schnellzuglokomotiven 1 Co 1, E 04, 2 Schnellzuglokomotiven 1 Do 1, E 18, 2 Güterzuglokomotiven Co-Co, E 93 und 3 Verschiebelokomotiven C, E 64, für vorhandene elektrisierte Strecken. An elektrischen Trieb-, Steuer- und Beiwagen wurden bestellt: 1 Trieb- und 2 Steuerwagen für die Stuttgarter Nahbahnen, 4 Steuerwagen als Verstärkung für bereits vorhandene Triebwagen für die schlesischen Gebirgsstrecken, 11 zweiteilige Einheits-Wechselstromtriebwagen für verschiedene Strecken in Süddeutschland und in Schlesien sowie 48 Steuerwagen, die zur Verstärkung der vorgenannten 11 und der im Vorjahre bereits bestellten 28 zweiteiligen Einheits-Wechselstromtriebwagen für 120 km/h dienen sollen. Ferner wurden im Berichtsjahre 2 sogenannte „Aussichtstriebwagen" bestellt.

Für die Berliner S-Bahn wurde im Laufe des Berichtsjahres ein Triebwagen-Probezug — 4 Trieb- und 4 Beiwagen — bestellt, der gegenüber den früher beschafften Stadtbahnzügen wesentliche Verbesserungen aufweist. So konnte durch verschiedene Änderungen an den Fahrmotoren die Leistung um 50 % gegenüber den bisher beschafften Stadtbahnzügen erhöht werden. Der neue Probezug wurde bereits gegen Ende des Berichtsjahres in Betrieb genommen. Sein Bau wurde deswegen so beschleunigt, weil nach der gleichen Ausführung eine Reihe weiterer S-Bahn-Züge bestellt werden soll, die für den Verkehr während der 1936 in Berlin stattfindenden Olympiade gebraucht werden, und die später für die im Bau befindliche Nord-Süd-Bahn bestimmt sind.

Die im Vorjahr begonnenen Entwürfe für die elektrischen Lokomotiven der Höllental- und Dreiseenbahn (Einphasen-Wechselstrom 50 Hz) wurden fertiggestellt, so daß am Anfang des Berichtsjahres hiernach 4 Lokomotiven bestellt werden konnten.

Für einen elektrischen Wechselstrom-Triebwagen für 50 Hz wurden die Entwürfe aufgestellt. Desgleichen wurden Entwürfe ausgearbeitet für dreiteilige elektrische Wechselstrom-Triebwagen für 160 und 130 km/h Höchstgeschwindigkeit sowie für eine elektrische Schnellzugslokomotive für 170 km/h Höchstgeschwindigkeit.

Für den Verkehr auf den Hauptbahnstrecken wurden in größerer Zahl vierachsige dieselelektrische Triebwagen mit einer eingebauten Leistung von 300 und 410 PS und die zugehörigen Steuerwagen angeliefert. Die bisher nur zwischen Triebwagen und Steuerwagen verwendbare Fernsteuerung der Dieselmotoren wurde weiter entwickelt, so daß nunmehr bis zu 6 über einen Mehrwagenzug verteilte Motoren von einem Führerstand aus gefahren werden können. Auf Nebenbahnen wurden zweiachsige und vierachsige dieselmechanische Triebwagen mit den zugehörigen Beiwagen in Betrieb genommen. Als Versuchsfahrzeuge sind 5 Stück zweiachsige Nebenbahntriebwagen von 150 PS Leistung mit hydraulischer Kraftübertragung fertiggestellt, die sich bei ersten Versuchsfahrten gut bewährt haben.

Bei den Bremsen sei nur angeführt, daß die Magnetschienenbremse, die bereits bei dem Hamburger Schnelltriebwagen verwendet wurde, neben anderen Änderungen durch Unterteilung der Bremssohle verbessert werden konnte.

Unter den Bodenseeschiffen wurde in dem Dieselmotorschiff „Kempten" die mechanische Kraftübertragung zwischen den Motoren und den Voith-Schneider-Propellern unter gleichzeitigem Einbau stärkerer Motoren durch elektrische Kraftübertragung ersetzt, wodurch sich die Fahreigenschaften des Schiffes wesentlich gebessert haben.

Im Jahre 1934 wurden bereits Fahrzeugbeschaffungen des Programms 1935 zu einem Teil bestellt, zum anderen eingeleitet. Es werden 1935 voraussichtlich 185 Mill RM, d. h. 50 Mill RM mehr als 1934 ausgegeben werden. *Pge.*

Elektrischer Betrieb auf der Strecke Budapest—Hegyeshalom der Ungarischen Staatsbahn[1]). — Die Arbeiten an den zwei Unterwerken und an der Oberleitung des Abschnittes Komárom—Hegyeshalom wurden programmäßig beendet. Dies und die zeitgerechte Ablieferung von weiteren 10 Lokomotiven ermöglichte am 23. X. 1934 die Ausdehnung des elektrischen Betriebes auf den Abschnitt Komárom—Hegyeshalom, so daß von diesem Zeitpunkte die ganze Hauptlinie Budapest—Hegyeshalom elektrisch betrieben wird. Es werden sämtliche Schnellzüge und beinahe alle Personen- und Lastfernzüge elektrisch befördert. Die Unterwerke und die Oberleitung sind, von geringfügigen Einzelheiten abgesehen, auf dem Komárom-Hegyeshalom-Streckenteil in gleicher Ausführung wie auf dem Streckenteil Budapest—Komárom. Die gesamte Länge der Oberleitung beträgt 520 km. Einer Veröffentlichung der Ganz & Co.-AG., Budapest, sind bemerkenswerte Mitteilungen über den bisherigen Erfolg des elektrischen Betriebes auf obengenannter Teilstrecke der Hauptverkehrslinie Budapest—Wien zu entnehmen. Seit Fertigstellung der Elektrisierung wurde sofort ein wesentlicher Teil des Verkehrs elektrisch bedient. Es stellte sich bald heraus, daß die Schnellzuglokomotiven ebensogut im Güterzugverkehr ausreichten, wie man auch die Güterzuglokomotiven für Personenzüge verwenden konnte. Abkürzung der Fahrzeiten gegenüber Dampfbetrieb war zunächst der augenfälligste Erfolg. Die Laufleistungen der Lokomotiven erreichten teilweise recht hohe Werte (Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Laufleistungen ungarischer Lokomotiven.

Lokomotivart	Maschinen-Nr.	Januar bis Juni 1934 km	seit Ablieferung km
Schnellzuglok.	V 40 001	112 482	220 269
„	V 40 002	118 577	265 658
Güterzuglok.	V 60 001	28 212	102 362
„	V 60 002	44 297	62 600

Die Lokomotive V 60 002 hatte bald nach Anlieferung einen Motorschaden infolge Wicklungfehlers. Monatlich ergaben sich durchschnittlich 19 000 km für eine Schnellzuglokomotive, 6000 km für eine Güterzuglokomotive. Letzterer Wert ist als gut, ersterer als außerordentlich hoch zu bezeichnen. Die Lokomotivausnutzung ist also trotz einer nur 105 km langen Strecke ungewöhnlich günstig.

Von den beiden erwähnten Schnellzuglokomotiven werden als Ausbesserungszeiten im ersten Betriebsjahr 13,5 und 11,5 Tage genannt, bei denen der Anlaß im elektrischen Teil lag. Durch Schäden im Fahrzeugteil einschließlich Nachdrehen der Radreifen, Triebwerkseinstellung und Lagererneuerung entstanden 102 und 58 Tage Stillstandzeit. Man schließt hieraus die überragende Betriebssicherheit der elektrischen Ausrüstung. Es ist ja auch bekannt, daß Lokomotiven mit Stangenantrieb zu dessen Pflege erheblicher Aufwendungen bedürfen. Im ersten Halbjahr 1934 standen die beiden Schnellzuglokomotiven aus Mängeln im Fahrzeugteil nur 28 und 26 Tage. In der ersten Zeit fehlte es noch an ausreichenden Werkstätten und Ersatzstücken, daher sind die unverhältnismäßig langen Stillstände zu erklären. Die Saaatsbahnverwaltung setzte infolge der hohen Laufleistungen den Beschaffungsplan von 36 auf 26 Lokomotiven herab, sparte also beträchtliche Anlagekosten. Die 22 im Jahre 1934 in Betrieb genommenen Lokomotiven wurden ausschließlich als Schnellzuglokomotiven 1 D 1 zur Beförderung aller Zugarten und mit Einphasen-Heiztransformatoren für 400 kW Zugheizleistung bei 1000/700 V gebaut.

An die schwierige Einstellung des Triebwerks gewöhnte sich die Mannschaft, so daß die Laufzeit zwischen zwei Einstellungen von 5000 auf 40 000 km stieg. Wie auch sonst bei Stangenlokomotiven verbesserte man die Triebwerke durch Verstärkung von Zapfen und reichliche Ölzufuhr. Infolge besserer Führung im Gleis verließ man die Bissellenkgestelle und baute nur noch Krauß-Helmholtz-Gestelle. Die verwickelten Kühleinrichtungen der Phasenumformer haben bisher keinerlei Anstände gezeigt. Sie waren auch gegen Frost nicht empfindlich. Beim Aufbau der Motoren schritt man neuerdings zur Schweißtechnik. Bei der Steuerung störte eine Reihe eingeschliffener Ventile und die langen Rohrleitungen, so daß man beim Neubau geänderte Steuerungsteile einführte, ohne jedoch die Wirkungsweise der Steuerung zu ändern.

In den ortfesten elektrischen Anlagen befriedigte besonders die kaum merkbare Rückwirkung der einphasigen Bahnspeisung beim System Kandó auf die öffentlichen Stromversorgungsnetze. Die selbsttätige Regelung des Leistungsfaktors und Ausgleichung des Spannungsabfalles im Fahrdraht entsprachen allen Erwartungen. Der Spannungsunterschied zwischen den drei Phasen, von

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 552, 912.

Digitized by Google

denen zwei die Strecken speisten, ging nach Meßergebnissen nicht über 1 % hinaus.

Die nach deutschen Vorbildern errichtete Fahrleitung litt zeitweilig unter Isolatorüberschlägen bei Rauhreif und Nebel, wie dies bei gleichzeitigem Betrieb mit Dampflokomotiven als Folge der Verschmutzung nicht verwundert. Man ging ebenso wie bei der deutschen Reichsbahn zu Stabisolatoren über, um dem abzuhelfen. Erfreulich ist auch, daß trotz der Neuheit des elektrischen Betriebes keine elektrischen Unfälle den Mannschaften zustießen.

Der lückenlose elektrische Betrieb wird bald aufgenommen werden können. Es sind noch in Arbeit in Budapest der Ostbahnhof und in Hegyeshalom je ein Lokomotivschuppen, weiter in Budapest eine Ausbesserungswerkstätte für elektrische Lokomotiven. *Tzf.*

Fahrdraht und Stromabnehmer. — Die hohen Fahrgeschwindigkeiten von über 150 km/h, die man auf elektrischen Vollbahnen anstrebt, verlangen eine besonders sorgfältige und zuverlässige Ausführung der Fahrdrahtaufhängung und der Stromabnehmer. Auch wegen dieser Schwierigkeiten wurde bekanntlich das Drehstromsystem für Geschwindigkeiten über etwa 90 km/h endgültig aufgegeben, während bei den Zossener Schnellbahnversuchen[1]) mit seitlicher Stromabnahme von drei übereinander angeordneten Fahrdrähten über 200 km/h erreicht wurden.

Der Stromabnehmer macht außer der waagerechten Fahrbewegung eine lotrechte Bewegung, und es gibt eine höchste Fahrgeschwindigkeit v_m, bei der der Stromabnehmer wegen seiner Massenträgheit die dem Durchhang des Fahrdrahtes entsprechende lotrechte Beschleunigung b_y nicht mehr aufbringen kann und anfängt, sich vom Fahrdraht loszulösen. Es ist $v_m = \sqrt{\frac{K_0 \sigma 100\, g}{G_r \gamma}}$, wobei σ die Fahrdrahtzugspannung in kg/cm², $g = 9{,}81$ m/s², G_r das auf den Schleifdraht reduzierte Gewicht des Stromabnehmers und γ das spezifische Gewicht des Fahrdrahtes in kg/cm³ ist. Der Wert K_0 des Anpressungsdruckes ist $K_0 = (F - G_r) \mp R \mp W$, wenn F der lotrechte Federdruck, R die lotrechte Reibungskomponente und W die lotrechte Winddruckkomponente sind. Da der Stromabnehmer den Fahrdraht in die Höhe hebt, so tritt beim Durchfahren einer Fahrdrahtstrecke an Stelle der nach unten hängenden Parabel in der Regel eine nach oben ausgebauchte Parabel.

Besonders störend auf die Stromabnahme wirken vielfach die am Stromabnehmer und am Fahrdraht samt Hängeseil auftretenden Schwingungs- und Resonanzerscheinungen. Es läßt sich leicht zeigen, daß etwa ein Dutzend Schwingungen mit verschiedenen Frequenzen samt Oberwellen auftreten können, bei deren Berechnung auch die Draht- oder Seilsteifigkeit eine Rolle spielen kann, wie das aus einem früheren Aufsatz[2]) zu ersehen ist. Nur durch äußerst kräftige und doch leichte Ausführung der Stromabnehmer z. B. mit Hohlwellen sowie durch geeignete Festlegung von Fahrdraht und Hängeseil kann man diese Schwingungen und ihre Folgen wirksam bekämpfen (F. Niethammer, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 52, S. 549). *Sb.*

Bergbau und Hütte.

Elektrischer Antrieb einer großen Blechstraße. — Für ein ausländisches Hüttenwerk wurde von den Siemens-Schuckertwerken die elektrische Ausrüstung zum Betrieb eines schweren Umkehr-Blechwalzwerkes geliefert. Das Walzwerk dient zur Verarbeitung von Brammen mit einem Einzelgewicht bis zu 90 t zu schweren Grobblechen mit einer Breite von 4,3 m und einer Länge bis zu 20 m. Das Walzwerk wird von einem Gleichstrom-Umkehrwalzmotor angetrieben, der in der Lage ist, ein höchstes Drehmoment von 300 mt zu entwickeln. Dieses Moment entspricht einer Höchstleistung von 15 000 PS (10 150 kW). Die Drehzahl

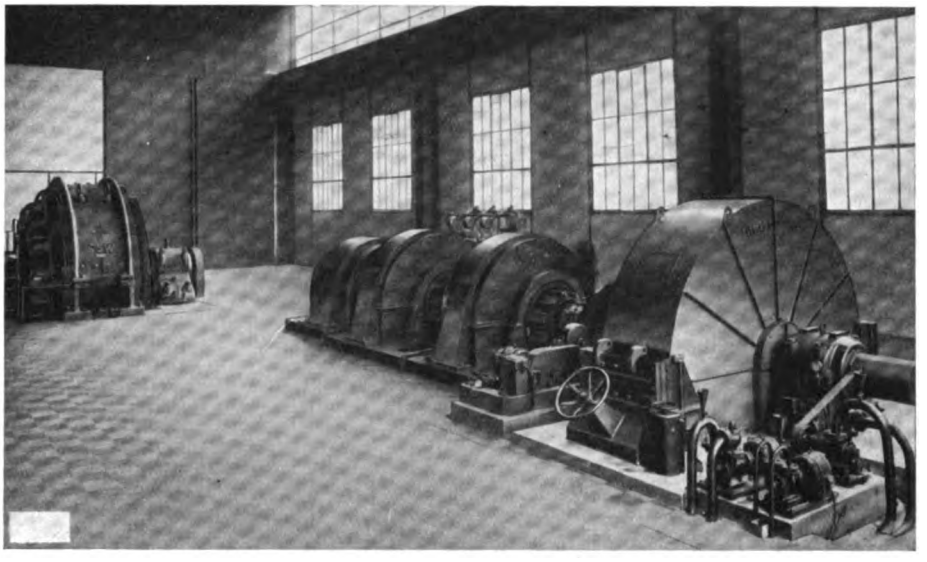


Abb. 8. Gleichstrom-Umkehrwalzmotor und Ilgner-Umformer einer großen Blechstraße.

des Motors ist regelbar zwischen 0 und ± 65 U/min. Die Speisung des Motors aus dem Drehstromnetz erfolgt über einen rotierenden Umformer, der aus einem achtpoligen Drehstrommotor von 3000 kW Dauerleistung, zwei Steuerdynamos von je 1925 kW Dauerleistung und einem Schwungrad von 44 t Gewicht besteht.

Um die am Walzmotor auftretenden hohen Lastspitzen vom Drehstromnetz vollkommen fernzuhalten, wurde der Frage eines guten Belastungsausgleiches besondere Beachtung geschenkt. Zur Lösung dieser Aufgabe wurde ein äußerst schnellwirkendes Regelungssystem entwickelt, das schon bei den geringsten Schwankungen der Energieaufnahme aus dem Drehstromnetz sofort selbsttätig anspricht und eine kräftige Heranziehung der Schwungmassen des Umformerrades zum Zwecke des Lastausgleiches ohne zeitliche Verzögerung bewirkt. Von grundsätzlicher Bedeutung für die Durchbildung des elektrischen Antriebes war die gestellte Forderung, daß das zunächst mit 300 mt vorgesehene höchste Drehmoment des Antriebes später auf 450 mt erhöht werden kann. Die Anordnung wurde daher so gewählt, daß mit dem vorhandenen Gleichstrommotor später gegebenenfalls ein zweiter Walzmotor gekuppelt werden kann, der ein zusätzliches höchstes Drehmoment von 150 mt entwickelt. Welle und Lager des zunächst zur Aufstellung gelangten Walzmotors mußten somit von vornherein für die Übertragung eines höchsten Drehmomentes von 450 mt bemessen werden. Gleichzeitig gestattet der Umformer eine spätere Erweiterung um eine dritte Dynamo zur Speisung des Zusatzmotors. Bei dem derzeitigen Betrieb arbeiten zwei Dynamos mit einer Spannung von je 600 V in Hintereinanderschaltung auf den Gleichstrom-Walzmotor. Jede Dynamo muß daher den vollen Strom des Walzmotors führen, der zur Erzielung des höchsten Drehmomentes von 300 mt 10 000 A beträgt. Trotz dieser hohen Stromstärke wurde eine Drehzahl von 750 U/min für die Umformerdynamo gewählt, die sich im Betrieb in jeder Beziehung bewährt hat. *f.*

Ein elektrisch betriebenes Feineisen- und Drahtwalzwerk in Indien. — In Tatanagar ist ein neues Walzwerk zum Herstellen von Feineisen und Draht durch das Fried. Krupp Grusonwerk, Magdeburg, errichtet worden. Es besteht aus einer Vorstraße, einer Mittelstraße, einer Fertigstraße und einem mechanischen Kühlbett.

Die ganze Anlage ist einschließlich des Ofens zum Anwärmen der auszuwalzenden Knüppel in einer 22 m breiten und 115 m langen Halle untergebracht. Hier arbeitet auch ein Laufkran mit 8 t Tragkraft. Das Knüppellager quer vor der Halle wird von einem Laufkran mit 20 m Spannweite und 5 t Tragkraft bedient. In der Vorstraße stehen 2 Walzgerüste mit je 3 Walzen von 425 mm Dmr. und

[1]) Siehe ETZ 24 (1903) S. 869, 943, 997, 1043 u. 1086.
[2]) F. Niethammer, Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 266.

Digitized by Google

1400 mm Ballenlänge im ersten und 1200 mm Ballenlänge im zweiten Gerüst (Abb. 9). Angetrieben wird die Vorstraße von einem 600 PS-Motor mit 750 U/min aus über ein Getriebe mit der Übersetzung 1 : 5. Die Mittelstraße umfaßt 3 Walzgerüste mit je 2 Walzen von 248 bis 280 mm

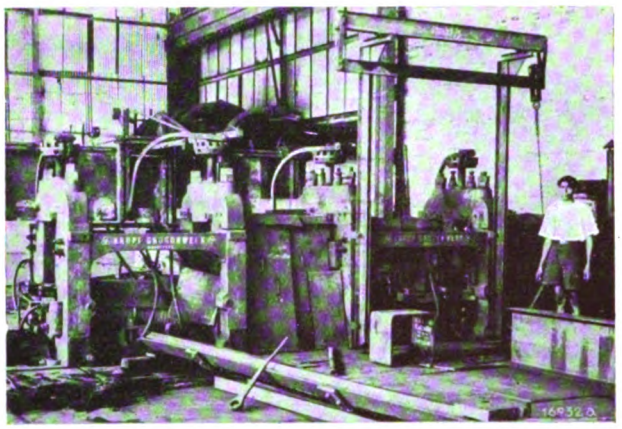


Abb. 9. Vorstraße zum Feineisen- und Drahtwalzwerk.

Dmr. und 650 mm Ballenlänge, wobei eine Walze zu den in allen Gerüsten in gleicher Höhe liegenden Mittelwalzen abwechselnd nach oben oder nach unten eingebaut ist. In der gleichen Anordnung liegen die Walzen in der Fertigstraße, die aus 4 Walzgerüsten mit je 2 Walzen von 239 bis 280 mm Dmr. und 650 mm Ballenlänge besteht (Abb. 10).

Mittel- und Fertigstraße werden unmittelbar angetrieben, und zwar die Mittelstraße von einem 500 PS-Elektromotor mit 300 bis 375 U/min, die Fertigstraße von einem 600 PS-Motor mit 500 U/min. Die 3 Walzwerksmotoren, die, wie auch alle anderen Motoren und elektrischen Einrichtungen, von den Siemens-Schuckertwerken geliefert wurden, arbeiten mit Drehstrom von 3000/6000 V Spannung, sie sind deshalb mit umschaltbaren Statorwicklungen ausgerüstet. Von der einen auf die andere Anschlußspannung werden die Motoren durch Umlegen von Laschenverbindungen umgeschaltet. Alle 3 Walzenstraßenmotoren lassen sich um 100 % stoßweise überlasten. Die übrigen Motoren zum Antrieb der Hilfseinrichtungen werden mit Drehstrom von 440 V betrieben.

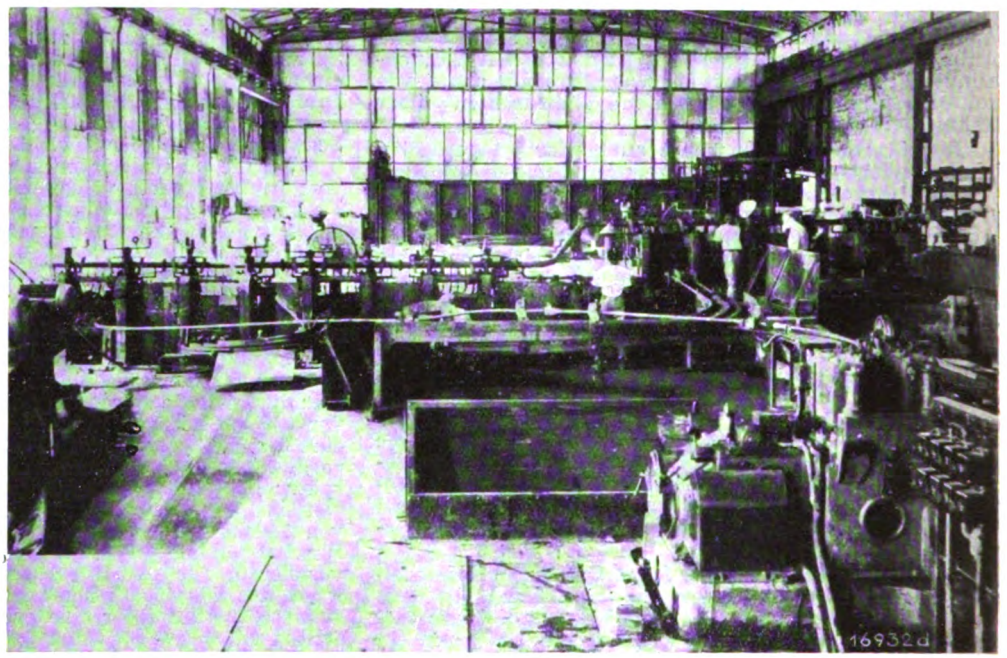


Abb. 10. Feineisen- und Drahtwalzwerk, Blick auf die Fertigstraße.

Als Ausgangswalzgut werden Knüppel von 50 mm² Querschnitt und 9 m Länge angeliefert. Eine etwa 10 m vor dem Ofen stehende Kaltschere zerteilt sie in 3 m lange Stücke. Diese schiebt ein doppelter Spindelblockdrücker in den Stoßofen, der eine lichte Weite von 3850 mm und einen Herd von 13 m Länge hat.

Die aus dem Ofen ausgestoßenen Knüppel kommen auf einem Rollgang zur 12,5 m entfernten Vorstraße. Hier werden sie zuerst von Hand, weiterhin durch Umführungen in die Walzen eingeführt. Vom zweiten Vorgerüst aus läuft der austretende Ovalstab durch eine Winkeleisenrinne zu der in 27,5 m Abstand stehenden Mittelstraße. Er tritt hier selbsttätig ein und wird in üblicher Weise hinter der Straße durch selbsttätige Umführungen und vor der Straße durch die Walzmannschaft in die verschiedenen Walzkaliber eingeführt. Vom letzten Gerüst der Mittelstraße kommt der auslaufende Stab entweder unmittelbar über eine rotierende Schere zum Kühlbett oder erst zur Fertigstraße. Aus dieser läßt man den Stab, je nach dem verlangten Endquerschnitt, sowohl vom zweiten als auch vom letzten Gerüst ebenfalls zum Kühlbett oder zu den Haspeln laufen. Es sind insgesamt 3 Haspeln vorhanden. Um zu erreichen, daß diese Haspeln und der Kühlbettrollgang mit der zweiten Fertigstraße gleichlaufen, werden die Drehstrom-Asynchronmotoren der Haspel- und Rollgangantriebe von einem mit der Walzenstraße gekuppelten Drehstrom-Asynchrongenerator gespeist, der den für seine Erregung erforderlichen Gleichstrom von einem Erregerumformer erhält. Auf dem Wege zum Kühlbett steht in 12 m Entfernung von den Fertiggerüsten eine umlaufende Schere, die alle im Walzprogramm vorgesehenen Stäbe und Profile auf beliebige Längen unterteilen kann. Die Schere ist eine patentierte Sonderbauart des Krupp-Grusonwerks. Sie arbeitet vollkommen selbsttätig und steuert auch das 10 m weiter abliegende mechanische Kühlbett.

An das Kühlbett schließt sich eine Kaltschere mit Vorstoß und Verladerollgang an. Diese Schere schneidet mehrere Stäbe gleichzeitig entsprechend einer nutzbaren Messerbreite von 350 mm. Sammelmulden nehmen die vom Rollgang herabgeschobenen Stäbe auf, worauf sie der Kran dem Lager zuführt.

Die elektrischen Antriebe sind allgemein in üblicher Weise gesteuert, nur die Kühlbettantriebe haben vollselbsttätige Steuerung. Zwischen der Fertigstraße und der rotierenden Schere ist in der Zufuhrrinne für die Stäbe ein Anstoßschalter eingebaut, der durch das ankommende Walzgut die selbsttätige Steuerung für die rotierende Schere ansprechen läßt. Dabei tritt ein mit der Schere gekuppeltes Kopierwerk in Tätigkeit, das die verschiedenen Arbeitsvorgänge der Schere vor, während und nach dem Schnitt entsprechend den vorgeschriebenen Geschwindigkeiten und Längen selbsttätig vorschreibt. Gleichzeitig dienen einige Kontakte dieses Kopierwerkes dazu, bei jedem Schnitt ein Kommando für das Anlaufen des Aushebeschiebers zu geben, der die Stäbe von den Rollen des Ablaufrollganges abhebt und von der Walzgeschwindigkeit zur Ruhe kommen läßt, um diese dann dem Rechenkühlbett zu übergeben. Ein zweites Kopierwerk, das mit der Ausheberwelle gekuppelt ist, löst den Rechenantrieb aus. Bei allen Steuerungen lassen sich die Antriebe durch Druckknöpfe im Fall der Gefahr stillsetzen bzw. im Bedarfsfall von Hand unabhängig von der selbsttätigen Steuerung einschalten. *f.*

Fernmeldetechnik.

Ein hochempfindlicher Verstärker. — Die Änderungen von Anodenstrom und Gitterspannung in einer Elektronenröhre hängen nach der Gleichung zusammen:

Digitized by Google

$$\frac{d\,i_a}{d\,e_g} = \frac{S}{1+\frac{R_a}{R_i}}$$

Wählt man als äußeren Widerstand das System Gitter—Kathode einer zweiten Röhre, so kann man bei geeigneter Wahl der Konstanten dieses Systems dem Widerstande R_a einen negativen Wert geben. Wird R_a absolut nahezu gleich R_i, so erreicht man nach der obigen Gleichung sehr große Verstärkung. Nun ist der Widerstand zwischen Kathode und Gitter R_a im allgemeinen beträchtlich größer als der Widerstand R_i zwischen Kathode und Anode. Man muß also R_a verkleinern oder R_i vergrößern. Zur Verkleinerung von R_a kann man eine Doppelgitterröhre benutzen. Eine zweckmäßige Schaltung zeigt Abb. 11, in der auch für die Eingangsröhre eine Doppelgitterröhre benutzt wird. Man kann auch den negativen Widerstand R_a dadurch verringern, daß man zwischen Anode der ersten Röhre und Gitter der zweiten Röhre einen genügend hohen positiven Widerstand einschaltet. Man erhält so einen sehr empfindlichen Zweiröhrenverstärker. (P. A. Macdonald u. E. M. Campbell, Physics Bd. 4, S. 237.) *Br.*

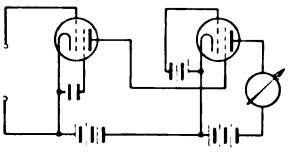


Abb. 11. Hochempfindlicher Zweiröhrenverstärker.

Echos mit langer Laufzeit. — Unter Echos mit langer Laufzeit — auch Langzeitechos genannt — versteht man in der drahtlosen Telegraphie die Wiederholung eines Zeichens nach einer Zeit von mehreren Sekunden im Gegensatz zu den kurzzeitigen Echos mit einer Laufzeit von Bruchteilen einer bis drei Millisekunden[1]). Die Echos mit langer Laufzeit sind zuerst im Jahre 1927 von dem norwegischen Ingenieur Jörgen Hals in Bygdö bei Oslo beim Abhören des holländischen Kurzwellensenders PCJJ beobachtet worden. Er hörte außer dem Hauptzeichen und dem Erdumlaufzeichen, daß nach $^1/_7$ s eintrifft, noch ein schwächeres Zeichen mit einem Zeitunterschied von 3 s. Die Beobachtungen von Hals sind in den Jahren 1928 und 1929 von den Professoren C. Störmer in Oslo, B. van der Pol in Eindhoven und E. V. Appleton in London bestätigt worden. Sie haben Langzeitechos mit Zeitunterschieden bis zu 14 s festgestellt. Im letzten Jahre hat sich die World Radio Research League in London mit ihren Mitgliedern in der ganzen Welt und dem Entdecker der Langzeitechos ihrer weiteren Erforschung angenommen. Mit besonderen Sendungen — am Anfang jeder Minute ein Morsebuchstabe — a, b, c usw. — konnten wiederholt Echos mit langer Laufzeit beobachtet werden. Hiernach scheint man Zweifel an der Echtheit der Erscheinung als hinfällig ansehen zu sollen.

Die Langzeitechos treten sehr selten und unregelmäßig auf und sind bisher nur bei Wellen unter 31,5 m beobachtet worden. Die Zeitunterschiede zwischen Hauptzeichen und Echo liegen meistens zwischen 3 und 30 s; es sind jedoch auch Zeitunterschiede über eine Minute vorgekommen.

Über die Entstehung dieser Langzeitechos gehen die Ansichten auseinander. Störmer erklärt sie durch ein- und mehrfache Reflexionen der elektromagnetischen Wellen an der äußeren Grenze des aus der Theorie des Nordlichtes bekannten elektronenfreien Torusraumes, der sich unter dem Einfluß des magnetischen Feldes der Erde um sie bildet. B. van der Pol nimmt als Ursache eine Verringerung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit an, die in einem Medium mit stark verringerter Dielektrizitätskonstante eintreten müßte. Dieses Medium ist im vorliegenden Falle die Ionosphäre, der auch sonst ein Einfluß auf die Ausbreitung der elektrischen Wellen zugeschrieben wird. Appleton ist der Ansicht, daß die Verringerung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit nicht in der Ionosphäre, sondern in höheren Gebieten der Atmosphäre vor sich gehen müsse; erst dort könnte die Fortpflanzungsgeschwindigkeit wegen der geringen Zahl der sekundlichen Zusammenstöße zwischen freien Elektronen und Luftmolekülen so verringert werden, daß die beobachteten langen Laufzeiten entstehen könnten. Da außer den Echozeichen immer das Hauptzeichen beobachtet wird, ist nach I. Fuchs zu vermuten, daß man es mit der Aufspaltung des vom Sender ausgestrahlten Zeichens in zwei Wellenzüge verschiedener Fortpflanzungsrichtung zu tun habe. Eine solche Aufspaltung der Zeichen ist in den Oszillogrammen kurzzeitiger Echos häufig zu beobachten; sie entsteht wahrscheinlich unter dem Einfluß des erdmagnetischen Feldes und ruft einen Doppelbrechungsvorgang hervor. Hierbei liefert der ordentliche Strahl das Hauptzeichen, der außerordentliche das Echozeichen, das nach I. Fuchs in dem Gebiet der Ionosphäre in Höhe von etwa 450 km verlangsamt und zur Erde zurückgebeugt wird. (Jörgen Hals, World Radio Bd. 19, Nov./Dez. 1934; I. Fuchs, Hochfrequenztechn. Bd. 4, S. 163.) *Blr.*

[1]) ETZ 55 (1934) S. 327.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Zur Elektronentheorie der Supraleitung. — Die Strombahnen im Zustand der Supraleitung sind nicht verschiebbar, was Kamerling-Onnes feststellte, indem er in einer supraleitenden Bleikugel Kreisströme erzeugte und deren Lage und Richtung relativ zur Bleikugel durch Anwendung eines äußeren Magnetfeldes nicht verändern konnte. Diese Erscheinung weicht grundsätzlich ab von dem Verhalten gewöhnlicher Leitungsströme und ist offenbar mit dem Wesen der Supraleitung eng verknüpft. R. Schachenmeier untersucht, wie dieselbe aus der Elektronentheorie der Supraleitung[1]) hergeleitet werden kann. Es wird folgende modellmäßige Vorstellung zugrunde gelegt: Die Atome des Metalls sind in einem kubischen Gitter angeordnet. Außerhalb der äußersten abgeschlossenen Schale besitzt das Atom zwei Außenelektronen, wie z. B. Pb, Hg, Sn. Es wird von einer Näherung nullter Ordnung des Problems ausgegangen, bei welcher im Gitterverband nicht gleichzeitig zwei Elektronen in der Nähe des Atomrestes sich befinden. Wenn das eine sich in der Umgebung des Atomrestes aufhält (und also als Serienelektron des isolierten Atoms aufgefaßt werden kann), ist das andere über das ganze Metall verbreitet, so wie man sich in der Theorie der Metalle (z. B. bei den Alkalien) die Leitungselektronen vorstellt. Dieses Elektron wird ebenfalls als Leitungselektron bezeichnet. Die Energiewerte der Leitungselektronen gehören einem Streckenspektrum an, welches in der Umgebung der „kritischen Punkte", bei welchen Braggsche Reflexion stattfindet, Anomalien aufweist (Entartung). Für die Supraleitung kommen nur die Elektronen in diesem entarteten Teil des Spektrums in Betracht. Sie besitzen bei tiefen Temperaturen eine gewisse Stabilität gegenüber der Wärmebewegung des Gitters und unterliegen daher nicht den elementaren Streuprozessen, welche nach der Theorie der gewöhnlichen Stromleitung den ohmschen Widerstand hervorrufen. Der gewöhnliche Strom wird durch die Elektronen im nicht entarteten Teil des Spektrums getragen, welche zufolge der erwähnten Streuprozesse von Energieniveau zu Energieniveau fallen oder steigen.

Zur Untersuchung der Wirkung eines Magnetfeldes dient die Überlegung, daß wesentliche Unterschiede bestehen in den Eigenschaften der von den Elektronen eingenommenen Zustände (Eigenfunktionen), je nachdem dieselben zu Energiewerten im entarteten oder nicht entarteten Teil des Spektrums gehören. Es wird gezeigt, daß ein schwaches Magnetfeld an einem nicht entarteten Zustand wesentliche, dagegen an dem (entarteten) Zustand eines Supraleitungselektrons keine Veränderungen hervorruft. Die Supraleitungselektronen ändern daher bei Anlegen eines transversalen Magnetfeldes ihren Impuls nicht. Da die Stromrichtung durch die Impulsrichtung festgelegt ist, ändert auch der Supraleitungsstrom seine Richtung nicht, solange er überhaupt fließt. Der Stromtransport selbst geht auf dem Wege des Austauschprozesses vor sich. (R. Schachenmeier, Vortrag, gehalten auf dem Physiker- und Mathematikertag in Pyrmont[2]).) *Sb.*

[1]) Z. f. Physik 74 (1932) S. 503; 89 (1934) S. 183; 90 (1934) S. 680.
[2]) Phys. Z. 35 (1934) S. 966; Z. techn. Physik 15 (1934) S. 542.

Werkstatt und Baustoffe.

Synthetische Wachse (Chlornaphthaline) in der Elektrotechnik. — In der Elektrotechnik werden gereinigte Wachse hauptsächlich zum Tränken z. B. von Kabelhüllen verwendet. Man verlangt von ihnen hohes Isolationsvermögen, hohe Dielektrizitätskonstante, chemische Beständigkeit, Undurchdringlichkeit gegen Nässe; sie sollen ferner nicht spröde sein, nicht zu hoch und nicht zu tief schmelzen. Aber Bienenwachs schmilzt schon bei etwa 65 ° und enthält freie Säuren, welche bei Gegenwart von Feuchtigkeit Kupfer anfressen. Die billigen Paraffine, welche bei der Destillation von Erdöl oder Braunkohle erhalten werden, schmelzen ebenfalls niedrig, und das aus Erdwachs gewonnene Ceresin ist verhältnismäßig teuer.

Digitized by Google

Empfohlen wird nun Chlornaphthalin, welches aus Naphthalin durch Anlagern von Chlor hergestellt wird. Eine ganze Reihe wird als „seekay" in den Handel gebracht. Der Schmelzpunkt der verschiedenen Sorten liegt bei 65 bis 120 °. Auch bei 120 ° greifen sie Kupfer und Aluminium nicht an; bei noch höherem Erhitzen und Feuchtigkeit zersetzen sie sich. Seekay A ist dunkelbraun bis schwarz, das daraus raffinierte R mattgelb. Es läßt sich leicht färben. Die Dielektrizitätskonstante ist hoch, für Qualität R 93 C 5,4[1]), das Isolationsvermögen $4 \cdot 10^{13}$ Ω/cm^3, die Dichte 1,5 bis 1,7. Die Chlorparaffine sind äußerst schwach sauer und nicht entflammbar. Das Erweichen von Bitumen wird (wie das Schaubild zeigt) durch Zusatz von Seekay A 68 stark erniedrigt, von 135 ° bis 42 ° (bei 45 % Seekay). Die Giftigkeit von Chlornaphthalin für Insekten und Pilze schützt die Kabel und empfiehlt Seekay auch zum Tränken von Holz. In den gewöhnlichen organischen Lösungsmitteln löst sich Chlornaphthalin; mit Wasser bildet es leicht Emulsionen. (Electrician Bd. 113, S. 325.) *K. A.*

Ein neues Isolatorenporzellan. — Unter dieser Überschrift berichtet M. Korach, nachdem er eingehend die für elektrische Zwecke übliche Porzellanmasse und den Einfluß verschiedener Massezusammensetzung auf die elektrischen und mechanischen Eigenschaften behandelt, sowie die Entbehrlichkeit der Glasur begründet hat, über seine an der Höheren Chemie-Industrieschule in Bologna seit mehreren Jahren angestellten Versuche. Er gelangt hierbei zu Massen, die sich dadurch auszeichnen, daß sie frei von Quarz sind und Magnesium-Silikate in beträchtlichen Prozentsätzen enthalten. Der Verfasser beschäftigt sich dabei insbesondere auch mit den für derartige keramische Massen besonders wichtigen Schwierigkeiten, nämlich dem geringen Erweichungsintervall, d. h. dem Temperaturunterschied zwischen beginnender Dichtungsinterung und Schmelzung. Um beim Gießen der Masse jede Ungleichheit zu vermeiden, soll die Masse während des ganzen Gießvorganges durch ein Rührwerk oder eine Pumpe dauernd in Bewegung gehalten werden. An Stelle der Glasur werden nach seinem Vorschlag die Stücke vor dem Glattbrand mittels eines geeigneten Werkzeuges in zwei einander entgegengesetzten Richtungen bearbeitet und sodann mit einem schnell umlaufenden Polierholz oder dergleichen geglättet. Hierdurch sollen alle etwaigen oberflächlichen Poren und Risse mit Sicherheit vermieden werden. Zur weiteren Glättung kann nach dem Brande noch eine mit Schleifpulver getränkte Filz- oder Gummischeibe unter schneller Umdrehung gegen das fertige Stück gedrückt werden.

Wenn der Verfasser vorschlägt, die neue Masse als „italienisches Porzellan" zu bezeichnen, zumal die Einführung von Magnesium-Silikat in Italien schon im Jahre 1770 von Giovanetti versucht worden sei, so muß darauf hingewiesen werden, daß gerade in Deutschland die Herstellung magnesiahaltiger Massen, wie Steatit, Calit und Frequenta, schon seit längerer Zeit zu besonders hoher Vollkommenheit, besonders für Zwecke der Hochfrequenztechnik, entwickelt worden ist. Darüber hinaus sind auch Massen mit einem geringeren Gehalt an Magnesia durchgebildet worden, die sich, wie Ardostan und Sipa, durch besonders niedrigen Ausdehnungskoeffizienten und hohe Wärmebeständigkeit auszeichnen. (M. Korach, Elettrotecn. Bd. 21, S. 89.) *W. W.*

Sondergußeisen für elektrische Zwecke. — Gußeisen, das für elektrische Maschinen und Geräte verwendet wird und das außer den entsprechenden elektrischen und magnetischen Eigenschaften eine möglichst hohe Zugfestigkeit (über 25 kg/mm²) und Härte bei guter Bearbeitbarkeit, einen möglichst niedrigen Ausdehnungskoeffizienten, eine hohe Druckfestigkeit und keine Verformung bei der Erwärmung bei gutem Aussehen besitzen soll, wurde durch Hinzulegieren von Chrom und Vanadin erhalten. Dieses Sondergußeisen enthält 3,0 bis 3,2 % C, 2,0 bis 2,1 % Si, 0,7 bis 0,8 % Mn, 0,3 bis 0,35 % P, 1,3 bis 1,6 % Ni, 0,15 bis 0,2 % Cr und 0,1 bis 0,15 % V; seine Zugfestigkeit ist 28 bis 33 kg/mm², seine Härte 270 bis 280 Brinelleinheiten, während sein Gefüge aus Perlit und Graphit besteht. Die Legierung kann in jedem Ofen, der die Erzielung einer Temperatur von 1450 ° zuläßt, erzeugt werden, z. B. in einem koksgefeuerten Tiegelofen, einem elektrischen Lichtbogenofen oder einem Hochfrequenz-Induktionsofen. Zuerst wird das Gußeisen niedergeschmolzen, das mit weichem Stahlschrott und Nickel versetzt wird. Wenn die Ofentemperatur genügend hoch ist, wird Chrom zugegeben, nach dessen Niederschmelzen Ferro-Vanadin und schließlich Ferro-Silizium und Ferro-Mangan. Als Gießtemperatur wird eine solche von 1350 bis 1400 ° empfohlen. Der Formsand für die Gußformen muß sehr feuerfest sein, seine Verdichtung muß so leicht wie möglich erfolgen. Ein anderes Sondergußeisen für elektrische Zwecke enthält 3 bis 3,2 % C, 2,0 bis 2,5 % Si, 0,5 bis 0,7 % Mn und 1,5 bis 2,0 % Ni. Dieses Gußeisen ist besonders bei seiner Zubereitung dadurch gekennzeichnet, daß es einen zähen Kern und eine teilweise gehärtete Oberfläche besitzt, und eignet sich demnach für solche elektrische Maschinen und Geräte, die diese Eigenschaften voraussetzen. Zwecks Erhaltung dieser Eigenschaften werden die gewünschten Oberflächenteile in Wasser oder Öl gehärtet. Durch das Ölhärten kann man Härten von 350 bis 450 Brinelleinheiten erhalten, während der gleiche Werkstoff ungehärtet solche von 220 bis 240 besitzt. (Hajime Nakamura, Jap. Nickel Rev. Bd. 2, S. 410.) *Kp.*

[1]) Für Bienenwachs 4,75, für Paraffin und Erdwachs 2,2.

Verschiedenes.

Lärmfreie Reichswoche. — Der Nationalsozialistische Bund Deutscher Technik und die Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit veranstalten anläßlich der in der Zeit vom 6. bis 12. V. 1935 stattfindenden

lärmfreien Reichswoche

einen Vortragsabend.

Zeit: Montag, den 6. V. 1935, 20 h.

Ort: Großer Hörsaal des neuen Physikalischen Institutes der Technischen Hochschule Berlin in Charlottenburg, Kurfürstenallee 20/22.

Gäste willkommen! Eintritt frei!

Vortragsfolge.

20 h Begrüßung durch den Gauobmann der technischen Organisationen, Stadtbaurat Dr. Kölzow.

20 h 10 m Die Bedeutung der Lärmbekämpfung, Gauleiter Spiewok, Amt für Volkswohlfahrt.

20 h 20 m Vortrag des Herrn Präsident a. D. Professor Dr. K. W. Wagner: „Die Arbeit des Ingenieurs im Kampf gegen den Lärm." Neue Erkenntnisse und technische Fortschritte in der Geräuschmessung und Lärmabwehr. (Mit Vorführung von Versuchen.)

Inhaltsangabe:

1. Weshalb Lärmabwehr? Lärmschäden an der Gesundheit und Arbeitskraft. Das Wunder des Gehörs. Lärmschwerhörigkeit. Schallforscher und Ingenieure als Helfer im Kampf gegen den Lärm.
2. Geräuschmessung. Grundlagen. Definition und Messung der Lautstärke. Die Phonskala in Deutschland und Amerika. Begriff der Lautheit. Knallgeräusche. Subjektive und objektive Geräuschmesser. Impulsmesser. Neuer tragbarer Verkehrsgeräuschmesser.
3. Der Lärm auf der Straße. Die neue Reichs-Straßenverkehrsordnung. Auspuffdämpfer ohne Leistungsverlust.
4. Der Lärm in der Wohnung. Schalldurchgang durch Wände, kleine Öffnungen, Fenster, Türen, Körperschall. Ausbreitung von Schall und Erschütterungen in Bauteilen, Bauwerken und durch den Erdboden. Maßnahmen zur Schalldämmung. Notwendige Zusammenarbeit des Baumeisters mit dem Schallingenieur beim Entwurf und bei der Ausführung. Schwebende Einbauten für hohe Ansprüche (z. B. Senderäume für Rundfunk).
5. Schallschluckung. Neue Erkenntnisse über das Wesen der Schallschluckung und Fortschritte in der Untersuchung und Herstellung von Schallschluckstoffen.
6. Der Lärm im Betriebe. Untersuchung des Maschinengeräusches. Feststellung der Geräuscheursachen aus dem Frequenzspektrum. Geräuschminderung an der Quelle. Verhütung der Ausbreitung durch schalldämmende Umbauten, Zwischenlagen, Zwischenstücke und Unterbauten (Ausführungsbeispiele).

21 h 45 m Die Lärmbekämpfung im Betrieb. Von Hübbenet, Reichsamt Schönheit der Arbeit.

21 h 55 m Schlußansprache des Gauobmannes, Stadtbaurat Dr. Kölzow.

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]). — Die der Jahreszeit entsprechende Abnahme der Erzeugung gegen den Vormonat betrug im Februar 1935 insgesamt 221,1 Mill kWh (13 %)

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 475; 56 (1935) S. 444.

Digitized by Google

und arbeitstäglich 3,8 Mill kWh (rd. 6 %). Dagegen ergibt sich im Vergleich mit dem Parallelmonat des Vorjahrs eine Steigerung um 191,4 bzw. 7,9 Mill kWh (15 %). Der gewerbliche Verbrauch übertraf im Januar den des Dezember 1934 um 17,5 Mill kWh (3 %), blieb aber arbeitstäglich um 1,2 Mill kWh (5 %) hinter ihm zurück. Gegenüber dem Januar 1934 weist er eine Zunahme um 91,5 bzw. 3,5 Mill kWh (18 %) auf. Nach Angabe des Statistischen Reichsamts war die arbeitstägliche Stromabgabe an gewerbliche Verbraucher je 1 kW Anschlußwert im Durchschnitt der Monate Oktober 1934 bis Januar 1935 nur noch um 3 % niedriger als in der Vergleichszeit 1929/30.

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch kWh/kW Anschlußwert	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
I.	1697,8	1425,2	65,3	54,8	592,5	501,0	22,8	19,3	4,54	3,97
II.	1476,7	1285,3	61,5	53,6	.	474,4	.	19,8	.	4,09

fm.

AUS LETZTER ZEIT.

Rundfunk auf deutschen Kauffahrteischiffen. — Um für die Besatzung und die Fahrgäste auf deutschen Kauffahrteischiffen die geistige Verbindung mit Volk und Heimat sicherzustellen, soll auf allen größeren deutschen Schiffen der genannten Art nach Möglichkeit Rundfunk-Gemeinschaftsempfang eingerichtet werden. Die reibungslose Einordnung dieses Empfanges in den allgemeinen Seefunkdienst ist durch Verordnung des Reichspostministers vom 1. IV. 1935 grundsätzlich geregelt worden[1]). Danach sind auf allen deutschen Kauffahrteischiffen, die mit einer Seefunkstelle, einer Funkpeilstelle oder einer Empfangstelle für bestimmte Funkdienste (Hochseefunk, einseitiger Seefunk) ausgerüstet sind, nur Rundfunkempfangsanlagen für Gemeinschaftsempfang zugelassen; es dürfen daher auf diesen Schiffen weder Besatzungsangehörige noch Fahrgäste Rundfunkempfänger für Einzelempfang errichten und betreiben. Die Rundfunkempfangsanlage ist möglichst in dem Raum der Funkstelle für den allgemeinen Seefunkdienst unterzubringen und von dem Personal dieser Funkstelle zu bedienen. Der allgemeine Seefunkdienst, der wesentlich die Sicherheit der Schiffahrt und den Schutz des menschlichen Lebens auf See betrifft, geht dem Rundfunkempfang natürlich vor; auch der Rundfunkempfang untersteht daher der Oberaufsicht des Schiffsführers.

Weitere öffentliche Fernsehstellen in Berlin. — Die von der Deutschen Reichspost vor einigen Tagen im Reichspostmuseum eröffnete erste öffentliche Fernsehstelle erfreut sich eines außergewöhnlich starken Besuchs aus allen Kreisen der Berliner Bevölkerung. Da anzunehmen ist, daß das starke Interesse an den Fernseh-Versuchssendungen fortbestehen wird, beabsichtigt die Deutsche Reichspost, noch weitere öffentliche Fernsehstellen in verschiedenen Berliner Stadtteilen einzurichten.

Eröffnung des elektrischen Betriebes München—Nürnberg. — Nachdem eine Streckenbereisung Mitte April durch die an der Elektrisierung beteiligten Beamten der Reichsbahn den einwandfreien Zustand der Strecke ergeben hat, wird der gesamte elektrische Personen- und Güterverkehr zwischen München und Nürnberg am 10. Mai feierlich eröffnet werden.

Arbeitsbeschaffung durch das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk. — Die Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen der deutschen Elektroindustrie werden jetzt durch die RWE noch weiter ausgedehnt, indem z. B. Herde, Kessel usw. für Großküchen, Kühlschränke für gewerbliche Betriebe, Großbacköfen für Bäckereien, Schweißanlagen für Gewerbe und Industrie usw. sowie elektrische Installationsanlagen ebenfalls erleichtert finanziert werden sollen. Auch der Volksempfänger soll in noch größerem Umfange als bisher dabei erfaßt werden. Um den Zwischenhandel und das Gewerbe weitestgehend unterstützen zu können. sind vom RWE ausschließlich für diese Finanzierung 8 Mill RM bereitgestellt worden.

Erprobung von Rundfunk-Störungschutzmitteln. — Zur Förderung des Rundfunk-Entstörungsdienstes ist die Gemeinschaftsarbeit zwischen der Deutschen Reichspost und den Elektrizitätswerken erweitert worden. Mit der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung hat die Deutsche Reichspost vereinbart, daß die Rundfunkentstörer der Reichspost jetzt auch Störungschutzmittel an rundfunkstörende Maschinen und Geräten probeweise anbringen dürfen. Besitzern störender Anlagen kann jetzt, sobald die Fehlerquelle von dem Rundfunkentstörer festgestellt ist, auch gleich gezeigt werden, auf welche Weise die Rundfunkstörung behoben werden kann. Durch Versuche und behelfsmäßigen Einbau wird das wirksamste und wirtschaftlichste Entstörungsmittel festgestellt. Den endgültigen Einbau von Störungschutzmitteln bleibt aber nach wie vor allein den zu solchen Arbeiten berechtigten Handwerkern vorbehalten.

Neues Wasserkraftwerk in Finnland. — Für das im Bau befindliche Wasserkraftwerk Rouhiala AB. in Jääski, Finnland (Leistung 140 000 kW), erhielt die AEG den Auftrag auf Lieferung der vollständigen Schalt- und Umspannanlage einschließlich 4 Transformatoren für 11/125 kV mit je 35 000 kVA Leistung sowie von 7 Druckgasschaltern für 125 kV und einer Reihe Druckgasschalter für 10 kV.

Der neue bulgarische Landessender. — Bau und Lieferung des in Sofia aufzustellenden Landessenders von 100 kW sind der Firma Telefunken übertragen worden. Die deutsche Firma hat den Auftrag in starkem Wettbewerb mit Sowjetrußland und einer amerikanisch-englisch-ungarischen Gruppe erhalten.

[1]) Amtsblatt des Reichs-Postministeriums Nr. 33/1935.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Ausschuß für Fernmeldetechnik.

VDE 0808/1935.

Vorschriften für dreizellige Taschenlampenbatterien.

Inhaltsübersicht.

I. Allgemeines.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
§ 3. Aufschrift.
§ 4. Garantiestreifen.

II. Begriffserklärungen.
§ 5.

III. Bestimmungen für die Messung.
§ 6. Meßgerät.
§ 7. Entladewiderstand.
§ 8. Feststellung des Zustandes.
§ 9. Feststellung der Brenndauer.

IV. Abmessungen.
§ 10.

V. Behandlung.
§ 11.

I. Allgemeines.

§ 1.
Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. Juli 1935 in Kraft[1]).

§ 2.
Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für dreizellige Taschenlampenbatterien nach DIN VDE 1201 aus Trockenelementen der Leclanché-Art: Zink, Kohle, Braunstein.

§ 3.
Aufschrift.

a) Jede Batterie ist mit einem Ursprungszeichen und der Angabe von Woche und Jahr der Herstellung an sichtbarer Stelle zu versehen.

b) Sämtliche Bezeichnungen sind so anzubringen, daß sie nicht ohne weiteres, z. B. beim Ablösen des Garantiestreifens, entfernt werden können.

c) Werden Angaben über die Brenndauer gemacht, so müssen sie den Bestimmungen unter III. entsprechen.

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im April 1935. — Veröffentlicht: ETZ 1935, S. 137 und 523.

Digitized by Google

Bekanntmachung.

Ausschuß für Fernmeldetechnik.

Der Unterausschuß „Galvanische Elemente“ hatte in ETZ 1935, S. 137, einen Entwurf zu einer Neufassung von VDE 0808/..... „Vorschriften für dreizellige Taschenlampenbatterien“ veröffentlicht.

Die zu diesem Entwurf eingegangenen Einwände sind durch den obengenannten Unterausschuß ordnungsgemäß behandelt und haben zu der nachstehend veröffentlichten Fassung von

VDE 0808/1935 „Vorschriften für dreizellige Taschenlampenbatterien“

geführt.

Die nachstehend veröffentlichte Fassung ist von dem Vorsitzenden des VDE mit der Maßgabe genehmigt worden, daß sie am 1. Juli 1935 in Kraft tritt.

Zu dem gleichen Zeitpunkt ist durch den Vorsitzenden des VDE die ab 1. Januar 1928 gültig gewesene Fassung von VDE 0808 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von dreiteiligen Taschenlampenbatterien“ außer Kraft gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

§ 4.

Garantiestreifen.

a) Die Batterien sind mit einem Garantiestreifen zu versehen, der zwar eine Prüfung der Spannung ermöglicht, die normale Ingebrauchnahme aber erkennen läßt.

II. Begriffserklärungen.

§ 5.

a) Entladewiderstand oder Meßwiderstand ist der zwischen den Kontaktstreifen eingeschaltete äußere Widerstand.

b) Brenndauer im Sinne von § 9 ist die Gesamtdauer der Einzelentladungen einer Batterie.

III. Bestimmungen für die Messung.

§ 6.

Meßgerät.

a) Für die Messungen ist ein Feinspannungsmesser (Klassenzeichen E oder F) mit einem Widerstand von mindestens 100 Ω/V zu verwenden. Sämtliche Messungen sind bei einer Raumtemperatur von etwa 20° vorzunehmen.

§ 7.

Entladewiderstand.

a) Der Entlade- oder Meßwiderstand nach § 5 a) darf während der Entladung höchstens um 0,5 % vom Sollwert abweichen.

§ 8.

Feststellung des Zustandes.

a) Zur Feststellung des Zustandes der Batterie ist die Spannung ohne und mit Belastung zu messen.

b) In frischem Zustande, d. h. bis zum Ablauf der Woche, die der aufgestempelten Woche folgt, werden nachstehende Werte verlangt:

1. Die Spannung der Batterie ohne Belastung muß mindestens 4,5 V betragen.
2. Die Spannung der Batterie darf bei Belastung über 15 Ω nach 2 s nicht unter 4,2 V sinken; andererseits soll sie möglichst wenig über 4,5 V liegen.
3. Die Batterie muß bei Entladung werktäglich 10 min über 15 Ω bis zum erstmaligen Erreichen der Spannung von 2,25 V eine mittlere Brenndauer von mindestens 3 h aufweisen.

c) Nach 12 Wochen Lagerzeit werden nachstehende Werte verlangt:

1. Die Spannung nach b), Ziffer 2, muß mindestens 3,9 V betragen.
2. Der Mindestwert der mittleren Brenndauer bei Entladung gemäß b), Ziffer 3, darf höchstens um 10 % abnehmen.

§ 9.

Feststellung der Brenndauer.

a) Die Brenndauer ist mit einer Genauigkeit von 1 % bei werktäglicher Entladung von 10 min über einen Widerstand von 15 Ω festzustellen. Die Spannungen bei Belastung sind zu Beginn und am Ende dieser 10 min zu messen. Die Entladung gilt als beendet, sobald die Spannung von 2,25 V erstmalig erreicht ist.

b) Die Brenndauer ist an mindestens 3 Prüflingen zu ermitteln.

c) Die Brenndauer ist als das arithmetische Mittel der an den 3 Prüflingen festgestellten Einzelbrenndauern zu errechnen; dabei darf die Abweichung der Einzelbrenndauern von dem mittleren Brenndauerwert nicht mehr als 15 % betragen.

IV. Abmessungen.

§ 10.

a) Die Abmessungen sind in DIN VDE 1201 festgelegt.

V. Behandlung.

§ 11.

a) Für die Bewertung der Taschenlampenbatterien und Einhaltung der vorstehenden Bestimmungen ist Voraussetzung, daß die Batterien vor Wärme und Feuchtigkeit sowie vor Kurz- und Nebenschlüssen geschützt werden.

Druckfehlerberichtigung.

VDE 0001/1935.

In das Verzeichnis der VDE-Arbeiten VDE 0001/1935 haben sich zwei Druckfehler eingeschlichen, die wie folgt richtiggestellt werden:

Auf Seite 2 bzw. Seite 7 muß es heißen:

VDE	Preis
0115/1934	0,50
0800/1934	0,50

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Betr.: Firmenkennfaden für isolierte Leitungen.

Der Firma: Kabelfabrik Joachimsmeyer & Co., Komm.-Ges., Wuppertal-Barmen, ist ein

dunkelblau-orange-hellgrün einfädig bedruckter Firmenkennfaden vom Reichspatentamt als Warenzeichen eingetragen worden. Die Firma führt nicht mehr den ursprünglich bekanntgegebenen dunkelblau-orange-hellgrün dreifädig verdrillten, sondern den vorgenannten einfädigen Kennfaden in Verbindung mit dem schwarz-roten bzw. schwarz-rot-grünen Verbandskennfaden in isolierten Leitungen für Starkstromanlagen, und zwar in den Typen:

NGA 1,5 bis 10 mm² und NRA 1,5 bis 5 × 1,5 mm².

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann.

Aus dem Gau Mittelhessen.

Am 12. III. 1935 berichtete Herr Dr. v. Mangoldt über „Neuerungen auf dem Gebiete der städt. Elektrizitätsverteilung“. Die zunehmende Verwendung der Elektrizität im Gewerbe, Industrie und Haushaltungen stellt an die Versorgungsanlagen erhöhte Ansprüche, die durch eine enge Vermaschung der Niederspannungskabel erfüllt werden können. Sie ergibt zugleich eine wesentliche Vereinfachung der Hochspannungsversorgung. Raumsparende Transformatorenstationen ermöglichen die Unterbringung auch in Innenstadtbezirken. Trotz erhöhter Ansprüche wird damit die neue Netzform „das Maschennetz“ übersichtlicher und wirtschaftlicher als die bisher benutzten Formen unserer elektrischen Verteilungsanlagen.

Digitized by Google

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur außerordentlichen Vereinsversammlung in Gemeinschaft mit der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens e. V. am Dienstag, dem 7. V. 1935, 8h abends pünktlich, im Großen Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule in Charlottenburg (Kurfürstenallee).

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Professor Dr. Jonkheer G. J. Elias (Delft, Holland) über das Thema: „Untersuchungen und Probleme der Ionosphäre."

Inhaltsangabe:

1. Fortpflanzung elektromagnetischer Wellen um die Erde. Reflektionen am ionisierten Gebiet der oberen Atmosphäre (Ionosphäre).
2. Ionisation und elektrische Eigenschaften der Ionosphäre.
3. Messungen der wirksamen Höhe der reflektierenden Gebiete.
4. Einfluß des magnetischen Erdfeldes.
5. Theoretische Betrachtungen.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im Restaurant „Schultheiß am Knie" in Charlottenburg.

Elektrotechnischer Verein e. V.

I. V.: Matthias.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Ruhr-Lippe, Hagen i. W. 8. V. (Mi), 14 h 45 m: Besichtigung der Akkumulatorenfabrik AG. in Hagen, Dieckstr. 42. Anschl. Vortrag: „Das Akkumulatorenfahrzeug, seine verkehrs- und volkswirtschaftliche Bedeutung." Dipl.-Ing. Winkler.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 7. V. (Di), 20 h, T. H.: „Störungsfreier Parallelbetrieb von Kraftwerken durch Verwendung eines neuen frequenzfreien Generators asynchroner Bauart (m. Vorführ.). Dipl.-Ing. Tüxen.

VDE, Gau Nordmark, Kiel. 10. V. (Fr), 20 h, Seemannshaus, Flämische Str.: Jahresversammlung.

VDE, Gau Ostpreußen, Königsberg i. Pr. 4. V. (Sa), 15 h 30 m, Gaswerk Königsberg, Verwaltungsgeb.: Führung durch das Gaswerk mit Vorträgen: „Technik der Gaserzeugung." Direktor Gerhard. „Veredelungsprozeß der Kohle im Gaswerk." Dr. Brandt.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 3. V. (Fr), 19 h 30 m, Neues Phys. Inst. der T. H., Kurfürstenallee: „Molekulare Schallabsorption in Gasen". H. O. Kneser.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Elektrizitätserzeugung durch Riesen-Windkraftanlagen.

Die in letzter Zeit mehrfach in der Öffentlichkeit erörterten Pläne zur Errichtung sehr großer Windkraftwerke veranlassen mich zu einer Stellungnahme, in der ich an meinen Aufsatz in der ETZ 46 (1925) S. 1405, anknüpfen möchte. Längere, kostspielige Vorarbeiten hatten zu meinem Pionierpatent (342 961) von 1920 geführt, durch das ich die Windkraft in der in der ETZ beschriebenen Weise mit stromlinigen Flügeln besser auszunutzen gedachte. Die stromlinige Nabe nahm die Dynamo auf[1]) und saß drehbar auf einem Mast, so daß Einstellfahnen überflüssig waren. An der Nabe hing ein stromliniger Mantel für den Mast, der jedoch schon beim ersten Bau als zwecklos fortgelassen wurde. Der Plan einer Anlage mit 30 m Flügelkreis-Durchmesser wurde nach Beratungen mit ersten Fachfirmen als nicht lohnend aufgegeben, es wurden jedoch mehrere Anlagen mit 17 m Flügelkreis erprobt. Es wurde damit bei gutem Wind mehr Strom erzeugt als auf einem großen ostpreußischen Gut untergebracht werden konnte. Die Leistungsmessungen einer beamteten Stelle waren jedoch zu ungenau. Hierzu war ein mit einer meteorologischen Station verbundenes Prüffeld nötig mit schreibenden Anemometern und Leistungsmessern, das nur in England bei der Universität Oxford vorhanden war. Ich verkleinerte die Anlage auf 9 m Flügelkreis, und der englische Landwirtschaftsminister übernahm zur Förderung der Sache die hohen Kosten für die amtliche Prüfung ein volles Jahr hindurch. Es wurde bei 91,1 % Windausnutzung von Mai 1924 bis Mai 1925 die Lieferung von 10 195 kWh festgestellt. Leider wurde nur bei Wind über 3,6 m/s gemessen, weil sieben mitgeprüfte Windturbinen erst bei etwa 4 m/s anliefen, während meine Anlage laut Prüfung schon unter 2 m/s arbeiten konnte. In Deutschland bleibt die Hälfte aller Winde unter 4 m/s, so daß meine Anlage den Vorteil gehabt hätte, fast immer zu laufen und immer wenigstens etwas Strom abzugeben. Groß wäre der Gewinn nicht gewesen, schätzungsweise hätte die Jahresleistung dann 12 000 bis 13 000 kWh erreicht. Bei 15 % Abschreibung, 5 % Kapitalverzinsung und 1 % für Instandhaltung und Reparaturen wurden bei 400 £ Anlagekosten demnach etwa 10 Pf/kWh gebraucht. Inzwischen gesammelte Bauerfahrungen hätten zwar wesentlich billigere Ausführungen ermöglicht, die bei voller Windausnutzung dann etwa auf 7 bis 8 Pf/kWh heruntergekommen wären. Für diesen Preis kann jeder viel bequemere Dieselmotor Strom liefern. Patent und Projekt wurden trotz der hohen bereits angelegten Versuchskosten von mir aufgegeben.

Einige Jahre später erschienen einige Nachkonstruktionen, die durch ihre riesenhaften Abmessungen die allgemeine Aufmerksamkeit erregten. Zum Bau großer stromliniger Flügel sind aber zunächst eingehende Windkanalmessungen nötig. Erst nach 283 Meßreihen konnte ich mir einigermaßen eine eigene Mühlenaerodynamik als Berechnungsgrundlage schaffen[2]). Ohne Baupraxis für den Bau so großer Flügel mußten erst vier Flügelkreuze zu je 4000 RM etwa und außerdem mehrere Getriebe verbraucht werden, bis ich eine Anlage mit 9 m Flügelkreis bauen konnte, die sich in Oxford bei einem ganz außergewöhnlichen Orkan von 50 m/s als völlig sturmsicher erwies.

Meine Nachkonstrukteure verfügten weder über breite Windkanalmessungen noch über irgendwelche Bauerfahrungen, sie verwendeten daher von HONNEF über SCHELLER, KRUPP-KRUPP/DRUCKENMÜLLER bis zu TEUBERT hin für ihre Projekte Flügel, die der Assistent von Prof. PRANDTL, der 1920 meine Meßversuche durchführte, rein theoretisch berechnete und veröffentlichte. Messungen dieser Formen wurden nicht vorgenommen, wären auch zwecklos gewesen, da es sich nur um eine rein theoretische Abhandlung zur Gewinnung einer Theorie handelte. Es wurden Propellerberechnungen mitbenutzt und die Voraussetzung einer gleichförmigen Durchströmung des Flügelkreises gemacht. Beide Annahmen wichen jedoch weit von den wirklichen Verhältnissen ab, so daß diese Berechnungen wertlos sind. Erfreulicherweise haben aber die Russen diese Flügelformen von 1927 ab im Windkanal untersucht und hatten an einigen kleineren Anlagen Bauerfahrungen sammeln können, die es ihnen ermöglichten, 1931 in Balaklawa auf der Krim eine Versuchsanlage mit drei Flügeln von 30 m Flügelkreis zu bauen[3]). Die Fortsetzung meiner Messungen hat auch hier ergeben, daß drei Flügel tatsächlich günstiger sind als vier. Auch zwei Flügel arbeiten ausgezeichnet, aber etwas stoßweise, weil der im oberen Teil des Flügelkreises befindliche Flügel dort höhere Windgeschwindigkeit antrifft.

[1]) ETZ 46 (1925) S. 1407, Abb. 4.

[2]) Bilau, Die Windkraft in Theorie und Praxis. Verlag Parey, Berlin 1926.

[3]) ETZ 56 (1935) S. 107.

Digitized by Google

Sowjetrußland gab für die Windkanalmessungen und Vorarbeiten 64 000 RM im Jahre 1927, 111 000 RM 1928, 172 000 RM 1929 und 350 000 RM 1930 aus, insgesamt also 1½ Mill RM. Die Anlage in Balaklawa soll 40 % Windausnutzung bei $u/v = 3$ (Umfangs/Windgeschwindigkeit) erreicht haben und soll seither jährlich 200 000 kWh an das Überlandnetz abgegeben haben. Es werden Asynchrongeneratoren verwendet, die bei Windbetrieb das taktgebende Kraftwerk mit wattlosem Strom belasten, so daß die Generatoren dort unzulässig hoch erwärmt worden sind. Die Russen schweigen sich über ihre sicher traurigen elektrischen und wirtschaftlichen Erfahrungen aus. Ich glaube aber errechnen zu können, daß der Strom mindestens 7,2 Pf/kWh kosten dürfte.

Von allen Nachkonstruktionen soll hier nur einmal die letzte, die des Baurates Dr. TEUBERT etwas näher betrachtet werden, die eine genaue Nachbildung meines Patentes von 1920 ist. Ihr Bau soll anscheinend mit Reichsmitteln begonnen werden, obwohl ein Gutachten des Reichsverkehrsministers einen Mindestpreis der kWh von 7,15 Pf errechnet. In diesem Gutachten bleiben jedoch die nötigen vorherigen Windkanalmessungen und Probebauten, die den kWh-Preis auf das Vielfache erhöhen, außer Betracht.

Bei 40 % Windausnutzung und $u/v = 3$, wie in Rußland festgestellt, werden bei

3	5	7	9	m/s Wind
2,86	4,75	6,7	8,6	U/min
bei 15,4	71	195	413	kW Leistungsabgabe

erreicht. Hierbei wurde der Normalfall angenommen, daß durch 1 PS 600 W erzeugt werden können. Das bei diesen geringen Drehzahlen entstehende gewaltige Drehmoment könnte jedoch mit den heutigen Mitteln der Technik kaum abgenommen werden. Selbst ein Zahnrad von 4 m Dmr. würde rd. 29 t Zahndruck zu bewältigen haben. Reibungs-, Riemen- oder Seilantrieb ist ebensowenig möglich wie pneumatische Leistungsübertragung wirtschaftlich wäre. Ein praktischer Versuch hiermit zwecks Abnahme der Leistung meiner Flügel ergab einen Wirkungsgrad von 8 %. Wenn es nach vielen Windkanalmessungen und Bauversuchen schließlich auch vielleicht gelingen sollte, 60 m-Flügel zu bauen, so wird die Leistungsabnahme doch eine unüberwindliche Klippe sein, und an einen wirtschaftlichen Wirkungsgrad ist wohl nicht zu denken. Es ist bedauerlich, daß meine Opfer an Zeit, Geld und Arbeit nicht genügen, um Nachkonstrukteure ohne Bauerfahrung vor zweckloser Verschleuderung von Mitteln zu bewahren. Eines kann mir keinesfalls vorgeworfen werden, daß nämlich mein konstruktives Können für die Bewältigung der Aufgabe nicht ausgereicht hätte; meine Konstruktionen wurden von ersten Fachfirmen, die auch keine besseren Lösungen vorschlagen konnten, geprüft.

Mit neuen Erkenntnissen, Bauerfahrungen und Patenten habe ich mich dem Windmühlenbau zugewandt und habe dabei sehr gute Erfolge erzielt. Eine Reihe begeisterter Windmüller im Inland und jetzt auch im Ausland bestätigt mir, daß meine Flügelumänderung ziemlich dreifache Leistung bei größter Gleichmäßigkeit gibt und daß einerseits allerschwächste Winde schon ausgenutzt werden, so daß praktisch ein Stillstehen kaum noch vorkommt und anderseits kein Orkan die Flügel beschädigen kann.

Die leistungsfähigste Mühle ist aber die vollselbsttätige Repellermühle mit drei Flügeln, die ohne verteuernde Umsetzung über die Elektrizität auch an verkehrsabgelegenen Orten ohne Treibstoff und fachmännische Wartung die weitaus billigste Kraft abgibt. Diese Windmühle hat für Stapelarbeit jeder Art, für Wasserbewegung und Müllerei, sowohl in der Feldfrüchteverarbeitung wie in der Hartmüllerei eine hohe volkswirtschaftliche Bedeutung. Seit über acht Jahren versuche ich das Reich für den Bau einer solchen Mustermühle zu interessieren und habe damit endlich August 1933 Erfolge gehabt. Die Mustermühle soll gebaut werden. 30 000 RM wurden hierfür vorgesehen, sind aber wegen vordringlicher anderer Aufgaben noch nicht verfügbar.

Eine Gewißheit haben meine nunmehr 15 Jahre durchgeführten Versuche zur Windkraftausnutzung gebracht: Elektrizitätserzeugung im großen aus Wind ist baulich unmöglich und unwirtschaftlich. Keiner der Riesenpläne der letzten Jahre ist ausgeführt oder hätte ausgeführt werden können.

Berlin, 17. März 1935. K. Bilau.

LITERATUR.

Besprechungen.

Prinzipien der Galvanotechnik. Von Prof. J. Billiter. Mit 86 Textabb., IV u. 326 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Wien 1934. Preis geb. 25,50 RM.

Das vorliegende Buch nimmt unter den neueren galvanotechnischen Werken insofern eine besondere Stellung ein, als es nicht auf die rein technische Durchführung der einzelnen Galvanisierungsarten und die dabei verwendeten technischen Einrichtungen, z. B. das elektrotechnische Zubehör, die Bäder und ihre Bauart für die Einzel- oder Massenarbeiten u. dgl., eingeht, sondern sich auf die Prinzipien dieses Fachgebietes beschränkt, um dabei u. a. dem Techniker, insbesondere dem chemisch vorgebildeten Ingenieur, das Einarbeiten oder Vertiefen ermöglichen. Ungefähr das erste Drittel des Buches ist daher der Bildungsweise der elektrolytischen Metallniederschläge gewidmet. Es werden hierbei behandelt der Verlauf des Kristallwachstums der abgeschiedenen Metalle, ihre Struktur und ihre Abscheidungsformen, die mannigfachen, aus der Zusammensetzung der Bäder sich ergebenden Einflüsse, der Einfluß der Badbewegung und der Badtemperatur, die wichtige Streukraft der Bäder und ihre Tiefenwirkung die in der neuzeitlichen Galvanotechnik immer mehr beachtete Wasserstoffionenkonzentration der Badlösungen, die mechanischen Spannungen in den Niederschlägen u. dgl.

Es schließt sich dann ein besonderer Teil an, der nach einem einführenden Abschnitt über den Korrosionsschutz und über die Haftintensität der Metallniederschläge und einigen kürzeren Angaben über die Vorbehandlung der Werkstücke den einzelnen Metallen gewidmet ist. Behandelt finden wir hier die Überzugmetalle Kupfer, Zink, Kadmium, die Metalle der Eisengruppe, in besonderer Ausführlichkeit das Chrom, ferner das Silber, das Gold, das Blei und Zinn, die Metalle der Platingruppe und schließlich Wolfram, Wismut und Arsen. Diesen Abschnitten sind jeweilig Angaben über die wichtigsten analytischen Verfahren der Baduntersuchung beigefügt. Abschnitte über die galvanische Abscheidung von Legierungen und über die Untersuchung und Prüfung der Metallüberzüge schließen sich an.

Die einzelnen Abschnitte sind durch klare und eindringliche graphische Darstellungen und eine große Zahl zumeist vorzüglich ausgeführter Mikrolichtbilder erläutert. Leider vermißt man in dem Buche Hinweise auf die heute sowohl im Inlande als auch im Auslande zu immer größerer Bedeutung gelangenden Verfahren der Oberflächenbehandlung von Aluminium und dessen Legierungen durch anodische Oxydation und über die wertvollen Eigenschaften der dabei erhaltenen Oxydschichten, d. h. Verfahren, die heute in Deutschland unter dem Namen Eloxal-, im Ausland unter dem Namen Alumiliteverfahren zusammengefaßt werden. Wenn auch ausführlichere Veröffentlichungen hierüber erst im Laufe des letzten Jahres eingesetzt haben, so hätte man doch zum mindesten in den Nachträgen, die während der Korrektur dem Buche beigefügt wurden, Hinweise auf die Richtung der im Gang befindlichen Entwicklung finden müssen, da ja schon damals Patentauslegungen stattgefunden hatten und zahlreichen wissenschaftlich arbeitenden Galvanotechnikern, soweit sie in lebendiger Verbindung mit der Praxis standen, diese neuere Entwicklung bekannt war.

Ferner werden die neueren Bestrebungen, Aluminium und Leichtmetallegierungen durch kathodisch aufgebrachte Überzüge zu veredeln, nur durch zwischengestreute Andeutungen, z. B. bei der Vernicklung, erwähnt, obwohl auch hierüber in den letzten Jahren eingehend gearbeitet wurde. Auch in dem besonders ausführlich gestalteten Abschnitt „Chrom“ hätte man die stärkere Hervorhebung einiger Gesichtspunkte wünschen können, die sich im Laufe der nunmehr zu einem gewissen Abschluß gelangten Entwicklung allmählich herausgearbeitet haben. Wenngleich hierbei die Notwendigkeit einer Ansäuerung der Bäder und die Notwendigkeit der Anwendung von Zwischenschichten, z. B. von Nickel bei der Verchromung von Eisen, Kupfer u. dgl. erwähnt wird, vermißt man doch unter einer Anzahl genannter Patente auf dem Verchromungsgebiete die beiden für die heutige Verchromungstechnik grundlegenden Patente, und zwar das DRP 448 526, das sog. Liebreichsche Ansäuerungspatent der Elektrochromgesellschaft und das DRP 440 612, das Zwischenschichtenpatent der Siemens & Halske AG., d. h. Patente, die in Deutschland in den letzten Jahren der Gegenstand umfangreicher und für die Patentinhaber erfolgreicher Patentprozesse waren. Auch das für die Einführung der Verchromung in Deutschland nicht

Digitized by Google

unwichtig gewesene Grubepatent (DRP 454 168) wird nicht genannt.

Es ist zu bedauern, daß dieses in seinen übrigen Teilen zumeist vorzügliche und empfehlenswerte Buch leider durch diese Lücken nicht in seiner Gesamtheit dem heutigen Stande der Galvanotechnik entspricht. Mit dieser Einschränkung wird das Buch aber dem Ingenieur, zumeist dem chemisch vorgebildeten, eine Fülle von Anregungen geben können, und auch von dem Elektrotechniker mit Erfolg verwendet werden können, wenn er sich über Einzelfragen, soweit sie in dem Buch behandelt worden sind, unterrichten will. G. Eger.

H. Rietschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik. Von Prof. Dr.-Ing. H. Gröber. Mit einem meteorol.-klimat. u. einem hygien. Abschnitt von Dr. F. Bradtke. 10. Aufl. Mit 284 Textabb., 18 Zahlentafeln u. den Hilfstafeln I — VII, XII u. 294 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geb. 30 RM.

Wenn das vorliegende Werk seine Bestimmung als Lehrbuch und Nachschlagewerk erfüllen soll, so muß die Elektroheizung in größerem Maße berücksichtigt werden. Wenn auch die elektrische Raumheizung noch nicht in demselben Maße Verbreitung gefunden hat wie das elektrische Kochen, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß die elektrische Heizung hygienisch das Vollkommenste darstellt und wegen der Bequemlichkeit ihrer Inbetriebnahme und der unbegrenzten, dabei aber äußerst einfachen Regelung immer weitere Anwendung finden wird. Über die Frage der dabei entstehenden Kosten sind im In- und Auslande eine ganze Reihe von Untersuchungen angestellt worden, die zeigen, daß neben den angegebenen Vorteilen eine ausreichende Wirtschaftlichkeit vorhanden ist. Von großer Bedeutung für die Beurteilung der elektrischen Heizung ist, daß man ihren Standort stets nach Zweckmäßigkeit und Wirkung ohne Rücksicht auf die bei anderen Beheizungsarten notwendigen Einschränkungen wählen kann.

Im vierten Abschnitt über Warmwasserbereitung fehlt unverständlicherweise der in großem Maße zur Anwendung gelangende Heißwasserspeicher vollständig. In den verschiedensten Anlagen, insbesondere bei Neuanlagen, werden elektrische Heißwasserspeicher vom kleinsten 5 l-Heißwasserspeicher bis zum großen 1000 l-Hochdruckspeicher für gewerbliche und landwirtschaftliche Zwecke eingebaut. Bei der Bedeutung der elektrischen Heißwasserspeicher ist es daher unerläßlich, daß in einem Werke vom Range des Rietschel hierüber nähere Angaben gemacht werden. A. Hermanni.

Verwertung und Schutz von Erfindungen in der UdSSR im Rahmen des Sowjet-Wirtschaftssystems in seiner jetzigen Form. Von Dr. jur. O. Serafinowicz. Mit XIX u. 788 S. in gr.8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1935. Preis geh. 38 RM, geb. 40 RM.

Wir haben keinen trockenen Kommentar, sondern eine lebendige Darstellung des gewerblichen Rechtschutzes im Rahmen der allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse vor uns, die das Buch trotz einer gewissen Weitschweifigkeit interessant macht. Der Darstellung liegt das Gesetz über Erfindungen und technische Vervollkommnungen vom Jahre 1931 zugrunde, wobei auch die frühere Gesetzgebung, das Schrifttum und die Rechtsprechung bis zum 1. VII. 1934 Berücksichtigung finden.

Aus dem ersten Teil des Buches, der die Verwertung der Erfindungen in der UdSSR behandelt, geht hervor, daß hierfür ausschließlich das Staatsinteresse maßgebend ist, das, wie der Verfasser immer wieder unter Heranziehung von Äußerungen namhafter Politiker und von Urteilen höchster Gerichte betont, als einziges großes Ziel die Förderung der Weltrevolution verfolgt. Es besteht daher bei der nur unter diesem Gesichtspunkte erfolgender Handhabung der Gesetze für den Ausländer wenig Anreiz zur Entnahme von Patenten, und es ist nicht verwunderlich, daß zur Zeit aus Deutschland etwa dreimal so wenig Patente angemeldet werden wie vor dem Kriege, ein Rückgang, der bei anderen Ländern noch mehr in Erscheinung tritt.

Der zweite Teil des Buches ist dem materiellen Patentrecht und seiner Handhabung gewidmet. Es werden die verschiedenen Formen des Erfindungschutzes behandelt: Urheberschutz, Patente, technische Vervollkommnungen und Muster. Durch ein ausführliches, gut gegliedertes Inhaltsverzeichnis und durch ein Quellen- und ein Sachregister findet man sich trotz des großen Umfanges in allen Fragen leicht zurecht.

Politiker und Wirtschaftler mögen aus dem Buch Anregung und Belehrung schöpfen können, für den deutschen Techniker kommt es trotz erschöpfender und gründlicher Darstellung bei den geringen Beziehungen zu Rußland kaum in Betracht. Kahle.

WIRTSCHAFTSTATISTISCHE MITTEILUNGEN ÜBER DIE ELEKTROINDUSTRIE.

Belgiens Elektroaußenhandel 1934. — Die belgische Elektro-Ausfuhr betrug im Jahre 1934 20,1 Mill RM gegenüber 18,8 i. V. Wichtigste Gruppen sind nach wie vor die Maschinen, Kabel und isolierte Drähte sowie Telegraphie und Telephonie mit Draht, die zusammen 70,5 % der gesamten Elektro-Ausfuhr ausmachen und führend an der Steigerung gegenüber dem Vorjahr beteiligt sind (Zahlentafel 1). Die wichtigsten Abnehmerländer waren Großbritannien, Niederlande, Frankreich und Deutschland. Im Gegensatz zur Elektro-Ausfuhr ist die Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse von 43,4 auf 36,8 Mill RM gefallen (Zahlentafel 2). Diese Verminderung entfällt in der Hauptsache auf die Gruppen Telephonie und Telegraphie ohne Draht sowie elektrische Maschinen und Glühlampen. Dementsprechend verminderte sich der Anteil der hauptsächlichsten Lieferländer in diesen Gruppen: Deutschland, Niederlande und V. S. Amerika.

Zahlentafel 1. Belgiens Elektro-Ausfuhr 1934.

	1933		Gesamt-Elektro-Ausfuhr			Davon nach wichtigen Ländern:									
	dz	1000 RM	dz	1000 RM	%	Großbrit.	Ndl.	Frankreich	Deutschland	China	Argent.	Aegypten	Schweiz	Span.	Portugal	Belg. Kongo
Elektr. Maschinen	*13 844*	*2 620*	19 521	3 171	15,8	26	260	152	49	282	527	364	31	65	205	267
Akkumulatoren u. Elemente	*3 143*	*391*	2 345	286	1,5	11	43	15	1	23	0	13	8	2	13	52
Kabel u. isol. Drähte	*61 224*	*5 658*	68 878	5 789	28,8	1 804	401	13	974	106	42	282	7	0	96	65
Meß- und Zählvorrichtungen	*110*	*108*	149	117	0,6	18	7	9	2	7	—	13	1	—	9	10
Telegraphie u. Telephonie mit Draht	*5 708*	*4 861*	6 604	5 199	25,9	152	301	123	42	684	126	9	240	537	180	13
Telegraphie u. Telephonie ohne Draht*)	*358*	*417*	2 514	918	4,6	22	444	217	22	2	1	0	20	34	21	27
Glühlampen	*1 045*	*1 407*	1 168	1 334	6,6	11	102	46	37	0	282	37	69	2	44	40
Elektroporzellan u. -glas	*3 152*	*355*	4 823	527	2,6	343	59	19	—	3	42	12	15	2	0	14
Isoliermaterial aus Asbest usw.	*239*	*40*	521	66	0,3	3	4	1	1	1	0	0	2	0	47	5
Isolierrohr	*4 193*	*258*	3 509	272	1,4	3	0	6	1	0	0	33	7	1	1	4
N. C. C. Apparate	*6 198*	*2 670*	5 551	2 395	11,9	42	128	640	42	59	67	60	379	10	23	139
Insgesamt *1932*				*26 929*		*2 172*	*3 865*	*2 059*	*663*	*806*	*634*	*2 423*	*4 772*	*302*	*321*	*981*
1933				*18 785*		*2 088*	*2 718*	*948*	*640*	*572*	*548*	*1 039*	*2 351*	*341*	*288*	*1 023*
1934				**20 074**	**100**	**2 435**	**1 749**	**1 241**	**1 171**	**1 167**	**1 087**	**823**	**779**	**653**	**639**	**636**
	Prozentualer Anteil der Länder an der belgischen Gesamt-Elektro-Ausfuhr:															
1932				*100*		*8,1*	*14,4*	*7,7*	*2,5*	*3,0*	*2,3*	*9,0*	*17,7*	*1,1*	*1,2*	*3,6*
1933				*100*		*11,1*	*14,5*	*5,1*	*3,4*	*3,0*	*2,9*	*5,6*	*12,5*	*1,8*	*1,5*	*5,4*
1934				100		12,1	8,7	6,2	5,8	5,8	5,4	4,1	3,9	3,3	3,2	3,2

*) einschl. Radioröhren.

Digitized by Google

Zahlentafel 2. Belgiens Elektro-Einfuhr 1934.

	1933		Gesamt-Elektro-Einfuhr 1934			davon aus:							
	dz	1000 RM	dz	1000 RM	%	Deutschland	Niederl.	V. S. Amerik.	Frankreich	Großbrit.	Schweiz	Schweden	sonst. Länder
elektr. Maschinen	19 932	6 296	16 984	5 009	13,6	2 475	294	224	754	255	440	490	77
Akkumulatoren u. Elemente	6 360	963	7 521	1 041	2,8	212	68	214	61	122	38	36	290
Kabel u. isol. Drähte	6 694	1 002	6 464	1 135	3,1	578	74	46	75	36	273	5	48
Meß- u. Zählvorrichtungen	1 938	2 010	1 648	2 044	5,5	677	26	61	143	53	995	3	86
Telegraphie u. Telephonie mit Draht	636	600	237	301	0,8	147	15	30	32	54	5	0	18
Telegraphie u. Telephonie ohne Draht	13 189	11 513	9 755	7 267	19,8	1 295	3 412	1 163	278	806	17	129	167
Radioröhren	390	1 967	933	3 413	9,3	353	1 358	932	62	519	1	33	155
Glühlampen	1 184	3 211	772	1 988	5,4	525	766	27	132	28	8	9	493*)
Kohle f. d. Elektrotechnik	6 579	518	5 351	522	1,4	211	0	164	119	9	15	—	4
Elektroporzellan u. -glas	11 335	1 085	11 844	999	2,8	386	311	20	182	4	7	3	86
Isoliermaterial aus Asbest usw.	3 042	529	1 834	386	1,1	137	7	51	129	15	35	0	12
Isolierrohr	3 031	412	3 200	446	1,2	356	22	4	35	12	15	0	2
n. b. b. Apparate	21 331	13 245	20 801	12 209	33,2	5 016	1 161	1 163	2 026	803	686	1 018	336
Insgesamt 1932				50 873		17 730	10 664	6 619	5 655	3 203	2 721	1 679	2 602
1933		43 351		43 351		15 204	9 923	5 223	4 618	2 857	2 372	1 382	1 772
1934				**36 760**	**100**	**12 368**	**7 514**	**4 099**	**4 028**	**2 716**	**2 535**	**1 726**	**1 774**
				Prozentualer Anteil der Länder an der belgischen Gesamt-Elektro-Einfuhr;									
1932				100		34,8	21,0	13,0	11,1	6,3	5,4	3,3	5,1
1933				100		35,1	22,9	12,1	10,6	6,6	5,5	3,2	4,0
1934				100		33,6	20,4	11,2	10,9	7,4	6,9	4,7	4,9

*) hiervon Ungarn 333.

American Telephone and Telegraph Co. im Jahre 1934. — Der Fernsprechbetrieb dieses größten Fernsprechunternehmens der V. S. Amerika ruht in den Händen von 24 Tochtergesellschaften. Als Fabrikationsgesellschaft für Fernsprechgerät gehört zu dem Konzern die Western-Electric Co. (Beteiligung 99,2 %), während der Bell-Telephone-Laboratories Inc. die technisch-wissenschaftliche Forschung und Verbesserung der fabrikatorischen Ausführung im Bellsystem obliegt.

Der Abschluß für 1934 zeigt gegenüber dem rückläufigen Geschäftsumfang der Vorjahre erstmalig eine leichte Besserung. So waren Ende 1934 2 % mehr Telephone an das Bellsystem angeschlossen als zu Beginn des Geschäftsjahres, und die Zahl der durchschnittlich geführten Gespräche war im Ortsverkehr um 2,6 % und im Fernverkehr um 4,6 % größer als 1933. Von sämtlichen Leitungen des Bellsystems werden jetzt 94,2 % in Erd- und Luftkabeln geführt. Bei den auch während der Krise weiter ausgebauten Fernsprechanlagen ist 1934 nur eine geringe Wertsteigerung zu verzeichnen.

Die American Telephone and Telegraph Co. weist für 1934 einen Reingewinn von 121,7 Mill $ aus gegen 137,5 Mill $ i. V. Da die Jahresdividende von 9 $ je Share daraus nicht voll gedeckt werden konnte, mußte die Gesellschaft für ihre Dividendenzahlungen aus dem Surplusfonds weitere 46,2 Mill $ entnehmen (i. V. 30,5). Die Verminderung des Reingewinns beruht auf den geringeren Einnahmen aus den Dividenden der Tochtergesellschaften, die im Berichtsjahr von 127,9 auf 115,4 Mill $ zurückgingen, während die Einnahmen aus dem eigenen Betrieb von 13,7 auf 14,5 Mill $ stiegen. Der Reingewinn des Bellsystems insgesamt (Zahlentafel 1) belief sich auf 125,4 gegenüber 114,6 Mill $ i. V. Die Zahl der beschäftigten Personen entspricht dem Stand von 1933. Nimmt man noch die Beschäftigten der Western-Electric Co. und der Bell-Telephon-Laboratories Inc. (24 628) hinzu, so sind im Bellsystem rd. 275 000 Menschen beschäftigt. Bei der konzerneigenen Western-Electric Co. ist nach der außerordentlichen Schrumpfung des Geschäftsumfanges während der Krisenjahre 1934 erstmalig eine Steigerung des Umsatzes eingetreten. Seit dem Höchststand von 1929 (411 Mill $) sank dieser 1932 auf 118 Mill $, 1933 auf 70 Mill $, um 1934 wieder 91,8 Mill $ zu erreichen. Dementsprechend verminderte sich der Verlust auf 7,8 Mill $ (i. V. 13,8). Immerhin wurden 1934 noch nicht 20 % der Erzeugungsanlagen ausgenutzt.

Zahlentafel 1. American Telephone and Telegraph Co. einschl. Konzerngesellschaften (Bellsystem).

Jahr	Aktienkapital 1)	Roheinnahmen aus Fernsprechanlagen	Roheinnahmen aus Ortsverkehr	Roheinnahmen aus Fernverkehr	Reingewinn 2)	beschäftigte Personen 3)	Zahl d. Sprechstellen Bellsystem	Zahl d. Sprechstellen V. S. Amerika	Länge d. Leitungen insges.	Länge d. Leitungen davon in Erd- u. Luftkabeln
	in Mill $ 4)						in 1000		in 1000 km	
1929	1 611,9	3 671,1	691,4	354,3	217,1	364 045	15 414	19 341	111 856	103 747
1931	2 172,9	4 195,1	723,9	326,3	193,4	294 766	15 390	20 202	127 496	119 331
1932	2 111,1	4 188,7	670,7	263,1	139,3	266 357	13 793	19 690	129 510	121 681
1933	2 109,7	4 238,6	617,3	243,9	114,6	248 497	13 163	17 424	129 172	121 558
1934	2 106,1	4 248,2	607,7	258,7	125,4	248 957	13 378	16 800	128 910	121 465

1) Begebenes Kapitel einschl. Teilzahlungen auf noch nicht ausgegebene Aktien (aber ohne Agio-Gewinne).
2) Nach Abzug aller Betriebsunkosten, Abschreibungen, Steuern, Zinsen; einschl. Dividenden und Zinsen der Western-Electric Co., The Bell Telephone Co. of Canada und anderer Beteiligungen des Bellsystems.
3) Ausschl. der Beschäftigten der Western-Electric Co. und der Bell-Telephone-Laboratories Inc.
4) Aus Gründen der Bilanzkorrektheit konnte eine Umrechnung in RM nicht vorgenommen werden.

6,6 Mill Rundfunkteilnehmer in Deutschland. — Die Aufwärtsbewegung des deutschen Rundfunks hat sich auch im ersten Vierteljahr 1935 fortgesetzt. Während zu Jahresbeginn 6,1 Mill Rundfunkteilnehmer zu verzeichnen waren, betrug die Zahl der Genehmigungsinhaber am 1. III. 1935 6,6 Mill (s. Zahlentafel 1). Auf 1000 Einwohner treffen demnach 99,8 Rundfunkhörer gegenüber 81,2 im gleichen Monat des Vorjahres. Damit rückt Deutschland hinsichtlich der Rundfunkhörerdichte in der Welt von dem 7. auf den 5. Platz vor. Die Abb. 1 zeigt innerhalb der Entwicklung der letzten Jahre vor allem den außerordentlichen Steigerungsgrad seit 1933.

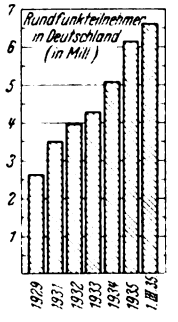


Abb. 1. Rundfunkteilnehmer in Deutschland 1929 bis 1935.

Zahlentafel 1. Rundfunkteilnehmer in Deutschland.

Stichtag	Teilnehmer insgesamt	Teilnehmer auf 1000 Einwohner
1. Januar 1929	2 635 567	40,8
1. Januar 1931	3 509 509	54,0
1. Januar 1932	3 980 852	61,0
1. Januar 1933	4 707 722	66,2
1. Januar 1934	5 051 607	77,7
1. Januar 1935	6 142 921	93,0
1. März 1935	**6 599 721**	**99.8**
1. März 1934	5 364 557	81 2

Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 37: Wer ist der Hersteller des Kommutator-Schmiermittels „Ideal Patent Kontakt"?

Abschluß des Heftes: 26. April 1935.

Für die Redaktion (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Redaktion: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 9. Mai 1935** **Heft 19**

Kampf dem Lärm.

Von **E. Lübcke**, Berlin.

Übersicht. Stand der Elektrotechnik in der Lärmbekämpfung. Leistungen der Elektrotechnik zur Lärmminderung Anforderungen an die elektrotechnischen Erzeugnisse.

Unter dem Zeichen „Kampf dem Lärm" wird in der Woche vom 5. bis 12. Mai im ganzen Reiche eine große Zahl von Versammlungen stattfinden, in denen von der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit (RTA) und vom Amt für Schönheit der Arbeit in der Deutschen Arbeitsfront auf Lärmschäden und auf Maßnahmen zur Lärmverminderung hingewiesen wird. Diese vom Reichsministerium für Volksaufklärung und Propaganda in Gemeinschaft mit dem Reichsarbeitsministerium und Reichsverkehrsministerium eingeleiteten Maßnahmen zeigen, daß der Lärmminderung ein großer volksgesundheitlicher Wert beigemessen wird. Die Bestrebungen, den Lärm zu verringern, sind alt, haben aber bisher keine so weitgehende staatliche Unterstützung erfahren. In Deutschland hat in den letzten Jahren der Fachausschuß für Lärmminderung des Vereins deutscher Ingenieure unter dem Vorsitz von K. W. Wagner zielbewußt sehr wertvolle Vorarbeit geleistet, welche jetzt zum Nutzen der Allgemeinheit in geeigneter Form in weite Kreise getragen werden kann. Der Gedanke, daß durch Lärm Schäden entstehen können und daß sich häufig der Lärm bei gutem Willen vermindern, oft sogar vermeiden läßt, wird dadurch, daß im ganzen Reiche auf die Reichswoche ohne Lärm hingewiesen wird, derart Allgemeingut, daß wir uns die Frage vorlegen müssen: Wie steht die Elektrotechnik in der Lärmbekämpfung? In welcher Weise trägt die Elektrizität zur Lärmminderung bei? Und welche Anforderungen sind noch an die elektrotechnischen Erzeugnisse zu stellen?

Zunächst einmal liefert uns die Elektrotechnik in Zusammenarbeit mit der Akustik die Geräte, mit denen wir den Lärm messen, aufzeichnen und den einzelnen Entstehungsursachen zuordnen können. Die Grundlagen der elektroakustischen Meßtechnik sind in eifriger Arbeit in dem letzten Jahrzehnt in Deutschland, England, Ungarn und in den V. S. Amerika geschaffen worden, so daß wir hier über gesicherte Erkenntnisse verfügen, welche uns den Bau von Meßgeräten erlauben, die in streng reproduzierbarer Weise die am Meßplatz wirksame akustische Größe anzeigen. Als Maß für die Lautstärke eines Geräusches, eines Musikstückes, überhaupt eines Schalles, wird das Phon benutzt[1]). Es beruht auf der Messung des Schalldruckes und stellt den Logarithmus des Verhältnisses des Meßwertes zu dem Werte an der Hörschwelle dar. Das menschliche Ohr kann Lautstärken von 0 bis etwa 130 Phon wahrnehmen. Im mittleren Bereich entspricht dabei einer Zunahme um 9 Phon eine Verdopplung des subjektiven Höreindrucks. Die Lautstärke wird bei dem Geräuschmesser nach Barkhausen[2]) unter Ausnutzung der Eigenschaften des menschlichen Ohres als Anzeigegerät durch Hörvergleich mit einem einstellbaren Normalton bestimmt. Beim objektiven Geräuschmesser[3]) hat man ein vereinfachtes Normalohr technisch nachgebildet. Damit die mit ihm durchgeführten Messungen untereinander vergleichbar sind, müssen die den Vereinfachungen zugrunde liegenden Annahmen über die Bewertung der Frequenz und der Einstellzeit des Anzeigeinstrumentes genau meßbar festgelegt werden. Die Schaffung der Normen für ein objektives Meßgerät ist von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt als dringende Aufgabe in Angriff genommen, so daß in Kürze das Meßgerät in der besten zur Zeit zu verwirklichenden Form zum allgemeinen Gebrauch zur Verfügung steht. Können wir hiermit die Stärke des Lärms messen, so fehlt uns immer noch ein Gerät, mit dem wir die Lästigkeit eines Schalles feststellen können.

Wenn wir den Lärm gemessen haben, müssen wir fragen: Hat es Zweck den Lärm zu vermindern und um wieviel? Dazu ist zu sagen: Solange der Pegel des von allen übrigen Schallquellen herrührenden Schalles unter dem der Entstehungsursache des Lärms liegt, ist es nötig, die Ursache hierfür zu beseitigen. Im anderen Falle würden Eingriffe unwirtschaftlich sein, ebenso wenn durch sie eine stärkere Absenkung des Lärms unter den allgemeinen Störpegel erreicht werden soll. Zur Beurteilung der Ursachen eines Geräusches und zur Festlegung der am störendsten empfundenen Frequenzanteile ist noch eine Frequenzzerlegung des Schallgemisches erforderlich. Hierfür stehen eine ganze Zahl elektrischer Verfahren zur Verfügung[4]). Eine genaue Untersuchung des vorliegenden Falles führt in den meisten Fällen durch Versuch oder Berechnung zu der Entstehungsursache des störenden Frequenzanteiles.

Die Elektroakustik gibt uns somit die Mittel in die Hand, den Lärm zu messen und seine Ursache festzustellen. Damit leistet die Elektrotechnik Entscheidendes zur Lärmbekämpfung.

Es ist jetzt kurz zu prüfen, wieweit die anderen Erzeugnisse der Elektrotechnik den Forderungen der Lärmminderung gerecht werden. Bei der Übertragung elektrischer Energie werden meist ruhende Geräte, wie Transformatoren und Gleichrichter, benutzt oder gleichmäßig umlaufende Maschinen. Diese rufen naturgemäß weniger Schall hervor als Maschinen mit hin- und herbewegten Teilen. In den Stromzuführungen rauschen die Elektronen nicht wie das Wasser in der Wasserleitung. Der Einzelantrieb mit Elektromotoren beseitigt in Fabriken lärmende Transmissionen und erspart außerdem Energie. Wenn man aus Ersparnisgründen Generatoren und Elektromotoren klein baut und mit hohen Drehzahlen betreibt, tritt naturgemäß durch die verstärkte Luftbewegung eine Geräuschsteigerung auf. Könnte man die Maschinen langsamer laufen lassen, dann ließe sich mit elektrischen Maschinen immer ein noch niedrigerer Störpegel halten, leider ist aber dies meistens nicht möglich. Zu bedenken ist nur dabei, daß naturgemäß Langsamläufer auch teurer sind als Schnelläufer. Vom Standpunkte der Wirtschaftlichkeit wird man zu diesen Maßnahmen aber nur grei-

[1]) W. Willms, ETZ 56 (1935) S. 25 u. 53.
[2]) H. Barkhausen, Z. techn. Physik 7 (1926) S. 599.
[3]) W. Willms, wie Fußnote 1; H. Sell, Siemens-Z. 15 (1935) H. 5.
[4]) W. Willms, wie Fußnote 1; H. G. Thilo u. E. Freystedt, Siemens-Z. 15 (1935) H. 5.

Digitized by Google

fen, wenn die übrigen Störungen auch einen niedrigen Wert haben. Die Ursachen für die Geräuschentstehung sind vielfach untersucht[5]), ebenso sind auch Mittel zur Lärmminderung angegeben. Für die weiten Gebiete der Elektrizitätserzeugung und Elektrizitätsverteilung und den elektromotorischen Antrieb haben wir die gerechten Anforderungen der Lärmminderung nicht zu fürchten, sondern können sie unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit erfüllen.

Die leichte Anpassung des elektrischen Antriebes an die Anforderungen des täglichen Lebens, seine bequeme Handhabung, das Fehlen der Belästigungen durch Geruch und Staub hat dazu geführt, daß wir elektrische Antriebe nicht nur in Fabriken und Bürohäusern, sondern in den noch viel ruhigeren Hotels und Wohnhäusern für den Fahrstuhl, Staubsauger, Lüfter, Heizwasser-Umwälzung und ähnliche Zwecke anwenden. Selbst wenn von diesen elektrischen Maschinen nur ein Milliardstel der elektrischen Leistung in Schalleistung verwandelt wird, kann die davon hervorgerufene Lautstärke in der Höhe des normalen Störpegels eines Gebäudes liegen. Jede andere Form der Energieumsetzung wird sich viel unangenehmer bemerkbar machen als gerade die elektrische. Soweit es mit der Wirtschaftlichkeit vereinbar ist, kommt die Elektrotechnik allen Anforderungen nach Geräuschfreiheit entgegen. Sind von vornherein die Vorbedingungen für eine Lärmminderung bei elektrischen Geräten günstig, so muß doch hervorgehoben werden, daß durch systematische Untersuchung der Geräuschursachen und durch zweckmäßige Gestaltung der Konstruktionen die Elektrotechnik sich um weitere Geräuschverringerung bemüht hat und auch weiterhin dieser Frage Bedeutung beimißt, so z. B. nicht nur bei den Elektromotoren und Generatoren, sondern auch auf dem Gebiete des Schalterbaus, wo Teile mechanisch hin- und herbewegt werden. Hier ist die Störbeseitigung schwieriger als auf anderen Gebieten. Aber abgesehen davon, daß die Schaltvorgänge meist nicht dauernd erfolgen, sondern nur in größeren Zeitabständen, sind auch von den verschiedenen Seiten Maßnahmen getroffen worden, um in den Schaltern aller Größen die Schaltstöße mechanisch abzufangen und zu dämpfen.

Wenn die Besinnung auf den Lärm als Ursache von Schaden an der Volksgesundheit dazu führt, daß der Verkehrs- und der Wohnlärm vermindert wird, daß leichtsinnige Lärmmacher, wie Besitzer knatternder Motorräder oder übersteuerter Lautsprecher nicht nur der polizeilichen Bestrafung, sondern der allgemeinen Nichtachtung preisgegeben sind, wenn also dadurch eine „Lärmmoral" in weiten Kreisen geschaffen wird, werden die staatlichen Maßnahmen von jedem Einsichtigen begrüßt werden müssen. Daß die Maßnahmen zur Lärmminderung sich trotzdem den Anforderungen der Wirtschaftlichkeit einfügen werden, dafür wird das technische Gewissen des Elektroingenieurs sorgen.

[5]) W. Willms, wie Fußnote 1; E. Lübcke, Z. techn. Physik 15 (1934) S. 652; E. Lübcke u. H. Plattner, Siemens-Z. 15 (1935) H. 5.

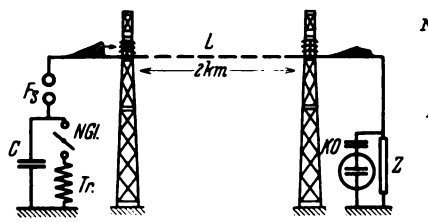
Zur Frage der Umgestaltung von Wanderwellen durch Korona.

(Mitteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der Technischen Hochschule Dresden.)

Von Dr.-Ing. W. Förster.

Übersicht. Messungen an einer Hochspannungs-Freileitung zeigen, wie Überspannungswellen durch die Einwirkung der Korona abgebaut und verflacht werden.

Zur Feststellung, inwieweit die von Voerste[1]) auf Versuchsleitungen von 0,2 und 0,4 mm Dmr. gefundenen Ergebnisse betreffend die Verformung von Wanderwellen durch Koronaverluste auf Hochspannungs-Freileitungen übertragen werden können, schien es wünschenswert, an einer betriebsmäßigen Freileitung die gleichen Versuche durchzuführen und die Umgestaltung der Stoßwellen für diesen Fall unter der Einwirkung aller dafür in Betracht kommenden Faktoren (Korona, Isolatorenkapazität, wahren Leitungswiderstand und Ableitung) zu untersuchen. Die Messungen wurden an der im Jahre 1926 in dieser



NGl Nadelgleichrichter
Tr Transformator
C Stoßkapazität
F_S Zündfunkenstrecke
KO Kathodenstrahl-Oszillograph
Z Wanderwellen-Widerstand
L Freileitung 2 km

Abb. 1. Versuchsanordnung.

Zeitschrift beschriebenen Hochschul-Versuchsleitung[2]) für eine Betriebspannung von 60 kV mit Spannungen bis zu 500 kV Scheitelwert durchgeführt. Der Erzeugung sauberer Stoßwellen sowie der verzerrungsfreien Aufnahme mittelst Kathodenstrahl-Oszillographen standen bei der erforderlichen hohen Spannung nicht unerhebliche Schwierigkeiten entgegen, die jedoch durch Verwendung einer geeigneten Stoßanlage und des Groß-Kathodenstrahl-Oszillographen[3]) überwunden werden konnten. Abb. 1 zeigt die grundsätzliche Anordnung.

Das Oszillogramm (Abb. 2) stellt eine Stoßwelle dar, welche die 2 km lange Freileitung durchlaufen hat. Zum Vergleich ist eine von Voerste[4]) an seiner Versuchsleitung gemessene Welle nach 140 m Lauflänge in Abb. 3 dargestellt. Man erkennt die große Ähnlichkeit der beiden Stirnformen. Es ergibt sich also, wie zu erwarten war, daß sich auf der betriebsmäßigen Leitung die gleichen Vorgänge abspielen, wie sie an Versuchsleitungen ermittelt wurden.

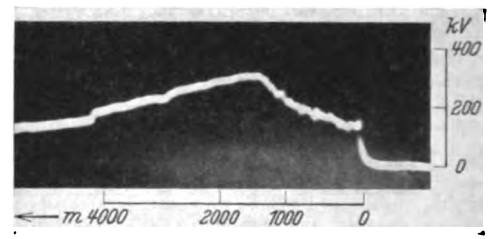


Abb. 2 Stoßwelle nach Durchlaufen einer 2 km langen Freileitung (ursprüngliche Stirn etwa 100 m, Halbwertzeit des Rückens etwa 10 µs).

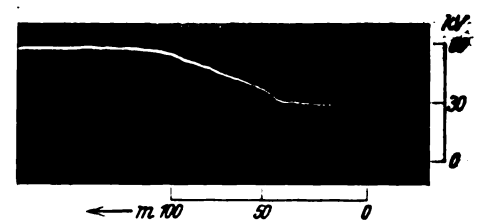


Abb. 3. Stoßwelle nach Durchlaufen einer 140 m langen Versuchsleitung nach Voerste (ursprüngliche Stirnlänge 16 m, Rücken praktisch unendlich lang).

Nach Abb. 2, die von rechts aus zu lesen ist, steigt die Welle zunächst mit einer lediglich durch die Isolatorenkapazität verschliffenen[5]) Stirn an (s. a. Abb. 5 a). Oberhalb der scharfen Koronagrenze macht sich im vorderen

[1]) Voerste, ETZ 54 (1933) S. 452, Diss. Dresden 1932.
[2]) Binder, ETZ 47 (1926) S. 959.
[3]) Binder, Groß-Kathodenstrahl-Oszillograph, ETZ 52 (1931) S. 735.
[4]) Voerste, wie Fußnote 1.
[5]) Riepl, Arch. Elektrotechn. 18 (1927) S. 416; Binder, Die Wanderwellen auf exp. Grundlage, Verlag J. Springer, Berlin; Röhrig u. Flegler, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 88, 413.

Digitized by Google

Wellenteile eine starke Spannungsabsenkung bemerkbar. Dann steigt die Welle sehr stark verschliffen allmählich weiter an. Der ursprüngliche Spannungswert wird nicht mehr erreicht, da die Welle infolge der begrenzten Stoßkapazität inzwischen abgesunken ist (Halbwertzeit etwa 10 µs). Im Vergleich zu der Welle Abb. 3 ergeben sich nicht so scharfe Formen, insbesondere ist das waagerechte Stück nicht so ausgeprägt. Der Grund ist in der übergelagerten Verschleifung durch die Isolatorenkapazität zu suchen. Auch sei bemerkt, daß die aus dem Oszillogramm meßbare Koronaspannung tiefer liegt, als die Rechnung für den entsprechenden Leiterdurchmesser ergeben würde. Man muß bedenken, daß die Koronagrenzspannung der gesamten Anordnung durch den Einfluß der zahlreichen Isolatoren, deren Glimmspannung tiefer liegt, herabgesetzt wird.

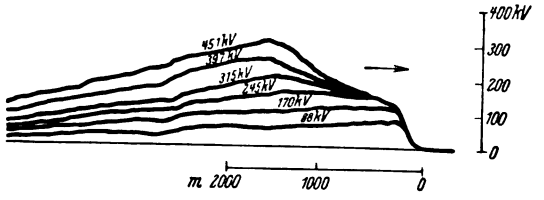


Abb. 4. Stoßwellen mit ursprünglich gleicher Form aber verschiedener Spannungshöhe nach 2 km Lauflänge.

Für verschiedene Spannungen sind nun noch in Abb. 4 die oszillographierten Wellenformen zusammengestellt. Die eingeschriebenen Werte geben die Scheitelwerte der auf die Leitung geschickten Urwellen an. Man erkennt deutlich, daß trotz verschieden hoher Spannungen bei etwa 140 kV — der Koronagrenzspannung — der Abbau beginnt und von da ab die ursprüngliche Steilheit außerordentlich verschliffen ist. Das Ergebnis ist somit schon nach 2 km Lauflänge eine wesentlich ungefährlichere Welle. Selbst bei Wellen mit praktisch unendlich langem Rücken (s. Abb. 3), wo der ursprüngliche Spannungswert allmählich wieder erreicht wird, wirkt sich die starke Verschleifung als gefahrmindernd aus. Bei kurzen Wellen dagegen wird, wie die Oszillogramme zeigten, der ganze obere Teil der Welle abgeschnitten und oft kaum mehr als die Koronagrenze erreicht. Für die Höhe der noch übrig bleibenden Spannungswelle ist eben das Verhältnis von durchlaufener Leitungslänge zur Halbwertzeit des Rückens maßgebend. So zeigt Abb. 5 zwei Wellen verschiedener Halbwertzeit nach einer Lauflänge von 2 km.

Zum Schluß sei ein Beispiel angeführt, aus welchem leicht ersichtlich ist, was sich aus vorstehenden Messungen für die Gefährdung von elektrischen Einrichtungen ergibt: Auf einer Hochspannungsleitung für 60 kV werde durch Blitzeinwirkung eine Spannungswelle von etwa 400 kV hervorgerufen. Der Wellenrücken sinke mit der Halbwertzeit 10 µs ab. Die Messungen zeigen, daß dann bereits nach 2 km Laufzeit der höchste Wert der Welle nur noch etwa 260 kV beträgt und außerdem die Stirn der Welle, die im Anfang rund 100 m lang war, erheblich verflacht ist, einmal in ihrem Anfang nur durch die Isolatorenkapazität und weiter durch den starken Abbau infolge Korona, so daß sie etwa verzwanzigfacht ist. Je weiter die Welle läuft, um so mehr wird sie abgebaut und verflacht. Nicht die Koronawirkung als solche hat eine günstige Schutzwirkung, sondern es kommt darauf an, daß sie sich längs einer größeren Strecke auswirkt. Deshalb ist auch eine Glimmschutzwirkung bei punktförmigen künstlichen Gebilden, außer bei abnormalen Steilwellen, nicht vorhanden.

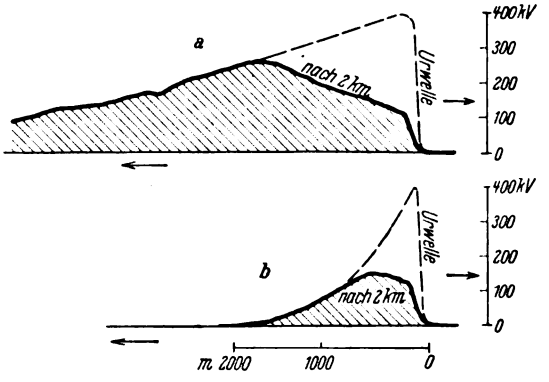


Abb. 5. Stoßwellen verschiedener Urform (Halbwertzeit des Rückens *a*: 10 µs, *b*: 2 µs nach 2 km Lauflänge).

Man kann demnach bei den fast immer viele Kilometer betragenden Lauflängen annehmen, daß im allgemeinen nur wenig steile Stoßwellen auf Station und Anlage treffen. In den seltenen Fällen allerdings, wo Blitzgefährdung in unmittelbarer Nähe der Station stattfindet, die Lauflänge somit sehr kurz ist, kann die Korona keinerlei nennenswerte Schutzwirkung mehr bieten.

Verfahren zur Ermittlung der Anschlußmöglichkeit von Drehstrom-Kurzschlußankermotoren.

Von Dipl.-Ing. **Josef Apfel**, Wiesbaden.

Übersicht. Es wird ein einfaches Verfahren zur Ermittlung der Anschlußmöglichkeit von Kurzschlußankermotoren angegeben. Die Genauigkeit des Verfahrens liegt in Grenzen, die für die Praxis zulässig sind.

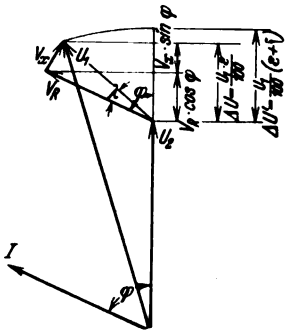
Dem Anschluß der Drehstrom-Kurzschlußankermotoren ist eine Grenze gesetzt durch die vom Einschaltstromstoß verursachte Spannungschwankung. Diese Tatsache berücksichtigt man in der Praxis meist, indem man solche Motoren ganz allgemein nur bis zu einer bestimmten, häufig ziemlich niedrig festgesetzten Nennleistung zum Anschluß zuläßt. Eine Anschlußbeschränkung in dieser Form ist nicht angebracht; man soll vielmehr die Verwendung solcher Motoren nur dann untersagen, wenn ihr Betrieb wirklich störende Spannungschwankungen zur Folge haben würde.

Bei rechnerischer Ermittlung der Größe der Spannungschwankung beim Anlauf eines Kurzschlußankermotors sind eine Reihe von Überlegungen anzustellen. Zunächst ist zu beachten, daß bei unmittelbarem Einschalten des Motors auf volle Betriebspannung die Größe der Spannungschwankung von der Anlauflast nicht beeinflußt wird. Dies ist darin begründet, daß die Höhe des Anlaufstromes und dessen Werte während des Abklingens auf den Betriebstrom im wesentlichen festgelegt sind durch die Bauart des Motorankers. Die Anlauflast bestimmt lediglich die Zeitdauer des Abklingens des Einschaltstromes auf den Betriebstrom; letztere ist identisch mit der Beschleunigungszeit des Läufers und dessen Last. Ob diese Zeit etwas kürzer oder länger ist, ist ohne Belang für die praktische Auswirkung der Spannungschwankung; denn jede Spannungschwankung von der Dauer des Anlaufes eines Motors wird stören, sobald sie eine gewisse Größe überschreitet. Beim Einschalten des Kurzschlußankermotors mit Stern-Dreieckschalter ist der Einschaltstromstoß ebenfalls unabhängig von der Anlauflast. Nur der Stromstoß beim Übergang auf Dreieckschaltung wird von der Anlauflast beeinflußt, allerdings nur mittelbar. Die Auswirkung dieses Stromstoßes auf die Spannung kann im folgenden jedoch außer acht gelassen werden, da sie bei ordnungsgemäßem Betriebe stets hinter der des Einschaltens zurückbleibt. Der Einschaltstromstoß beträgt bei Motoren mit Rundstabläufern das 6- bis 7,5fache und bei Motoren mit Sonderstabläufern das 3- bis 5fache des Motornennstromes. Beim Anlassen der Motoren mit Stern-Dreieckschalter ist der Stoß um ⅔ kleiner. Der $\cos\varphi$ des Anlaufs bewegt sich zwischen 0,3 und 0,5. Bei dieser starken Phasenverschiebung sind geringe Leitungsinduktivitäten von starkem Einfluß auf die Spannungschwankung. Dadurch ergibt sich bei Ermittlung der Größe der Spannungschwankung beim Anlauf ein wesentlicher Unterschied gegenüber der Ermittlung der Größe der Spannungschwankung bei Vollastbetrieb des Motors, wo es im allgemeinen vollauf genügt, nur die Wirkleistungskomponente des Stromes und den ohmschen Widerstand der Strombahn zu berücksichtigen[1]).

1) Übliche Formel ähnlich Gl. (7).

Digitized by Google

Bei Ermittlung der Größe der Spannungschwankung beim Anlauf dagegen müssen die Wirk- und Blindleistungskomponente des Stromes und der ohmsche und induktive Widerstand der Strombahn in Ansatz gebracht werden.



U_1 Spannung an der Verbrauchsstelle vor Einschalten des Motors
U_2 Spannung an der Verbrauchsstelle nach Einschalten des Motors
V_R, V_x ohmscher und induktiver Spannungsabfall
I Belastungsstrom
$\Delta U'$ tatsächliche Spannungschwankung
ΔU Annäherungswert

Abb. 1. Vektorendiagramm zur Ermittlung der Spannungschwankung.

Wie dies in einfacher Weise mit praktisch hinreichender Genauigkeit durchführbar ist, wird im folgenden gezeigt. Zunächst sei noch darauf hingewiesen, daß die Spannungschwankung während des Einschaltens eines Motors praktisch ohne Rücksicht auf den bereits vorhandenen (normalen) Spannungsabfall zugelassen werden kann, da nicht anzunehmen ist, daß sie gleichzeitig mit einer Schwankung, bedingt durch wesentliche Laständerungen im Netz, auftritt. Die Größe der Spannungsschwankung, die ohne Störung der Stromversorgung auftreten kann, ist abhängig von der Art der an die Anlage z. Z. des Betriebs des Motors noch angeschlossenen Verbraucher und von der Häufigkeit, mit der Schwankungen in der Anlage auftreten.

Die Größe der Spannungschwankung ist gleich dem numerischen Unterschied der Spannung, die an der Anschlußstelle des Motors vor dessen Einschalten herrscht, und der Spannung, die sich während des Einschaltens, bedingt durch den höchsten Wert des Stromes, einstellt. Die Spannungschwankung kann genau auf vektoriellem Wege ermittelt werden. Dieses Verfahren ist zeitraubend. Einfacher wird die Ermittlung, wenn man sich auf die Berechnung der Größe der in Richtung der Verbrauchspannung fallenden Komponente des Spannungsabfalles beschränkt, die angenähert gleich der Spannungschwankung gesetzt werden darf (Abb. 1). Der durch diese Vereinfachung entstehende Fehler beträgt

$$\frac{f}{100} = -\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{\varepsilon}{100}\right)^2 \operatorname{tg}^2(\varphi - \lambda)}\right] \qquad (1)$$

Hierin ist:

f der Fehler in Prozent der vor Anschluß des Motors am Orte des Verbrauchers bestehenden Spannung[2]),
ε die in Richtung der Verbrauchspannung fallende Komponente des Spannungsabfalls, ausgedrückt in Prozent der Spannung am Verbrauchsort vor Anschluß des Motors,
φ die Phasenverschiebung zwischen Anlaufstrom und zugehöriger Verbrauchspannung,
λ der Gesamtwiderstandswinkel der Zuleitung und des Transformators.

Bei der vereinfachten Rechnung ergeben sich für die Spannungschwankung die nachstehenden Gleichungen mit folgenden Buchstabenbezeichnungen:

N Anlaß-Spitzenleistungsbedarf (kVA), für den die Spannungschwankung ermittelt wird, gemessen am Verbraucher,
N' derselbe Leistungsbedarf (kVA), gemessen am speisenden Transformator,
U_V die verkettete Verbrauchspannung (V),
u Spannungschwankung bei Entnahme der Leistung N, ausgedrückt in Prozent der Verbrauchspannung[3]),
u_{T_R}, u_{T_x}, u_T die prozentuale Spannungschwankung am Transformator, hervorgerufen durch dessen ohmschen, induktiven und gesamten Widerstand,
u_{L_R}, u_{L_x}, u_L die prozentuale Spannungschwankung in der Zuleitung, hervorgerufen durch deren ohmschen, induktiven und gesamten Widerstand,
N_T die Nennleistung des speisenden Transformators (kVA),
u_R die Wicklungsverluste des Transformators in Prozent der Nennleistung,
u_k die Kurzschlußspannung des Transformators in Prozent seiner Nennspannung,
L die Länge der Zuleitung in m,
q der Querschnitt der Zuleitung in mm²,
$\frac{1}{\varkappa}$ der spezifische ohmsche Widerstand der Zuleitung in $\Omega\,\mathrm{mm^2/m}$,
χ der spezifische induktive Widerstand der Zuleitung in Ω/m,

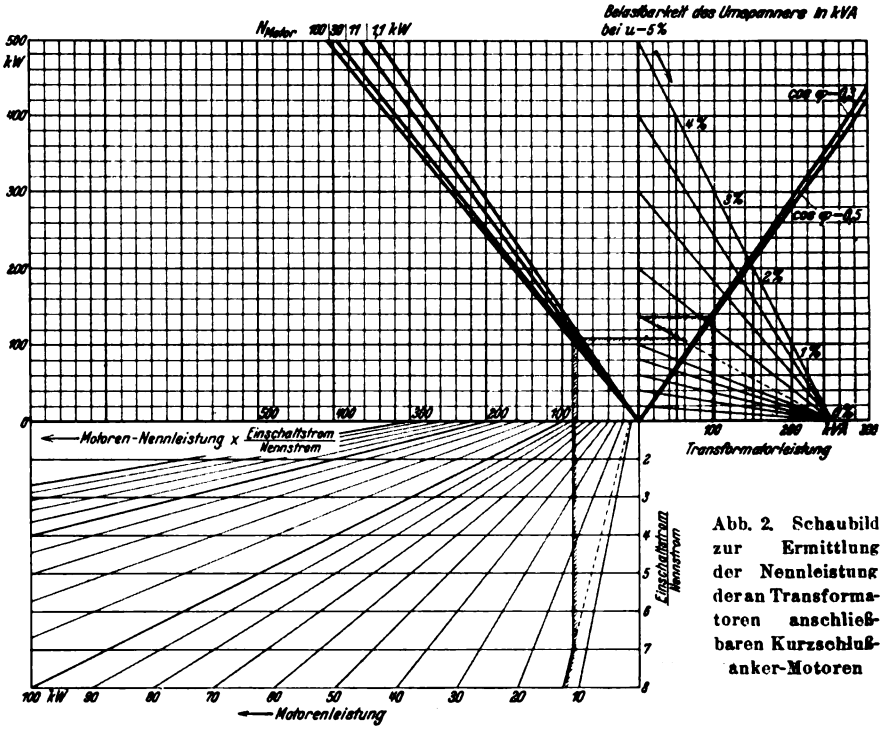


Abb. 2. Schaubild zur Ermittlung der Nennleistung der an Transformatoren anschließbaren Kurzschluß-anker-Motoren

φ die Phasenverschiebung des Einschaltstromes, gemessen am Verbraucher,
φ' die Phasenverschiebung des Einschaltstromes, gemessen am speisenden Transformator.

Zur Rechnungsvereinfachung wird gleichgesetzt:

$$N' = N \qquad (2)$$

$$\varphi' = \varphi \qquad (3)$$

und

$$u = u_{T_R} + u_{T_x} + u_{L_R} + u_{L_x} = u_T + u_L. \qquad (4)$$

Für die einzelnen Glieder der Spannungschwankung gelten dann, wie leicht nachzuweisen ist, folgende Beziehungen:

$$u_{T_R} = \frac{N}{N_T}\, u_R \cos\varphi \qquad (5)$$

$$u_{T_x} = \frac{N}{N_T} \sqrt{u_K^2 - u_R^2} \cdot \sin\varphi \qquad (6)$$

$$u_{L_R} = \frac{N \cdot 10^5}{U_V^2} \cdot \frac{L}{\varkappa q} \cos\varphi \qquad (7)$$

$$u_{L_x} = \frac{N \cdot 10^5}{U_V^2} \cdot L\, x \sin\varphi\,. \qquad (8)$$

[2]) Der Fehler wird in Prozent der Spannung vor dem Einschalten ausgedrückt, da für diesen Fall sich die Beziehungen am einfachsten ableiten lassen. Der so erhaltene Wert ist durch $\left(1 + \frac{\varepsilon + f}{100}\right)$ zu teilen, wenn der Fehler in Prozent der Verbrauchspannung ausgedrückt werden soll. ε und f sind negativ, da $U_2 < U_1$.

[3]) Da in der Regel die Motoren über Transformatoren mit praktisch konstanter Oberspannung angeschlossen werden, kann man, ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen, annehmen, daß sich die Spannungschwankung nur auf den Transformator und die Leitungen zwischen diesem und dem Motor erstreckt.

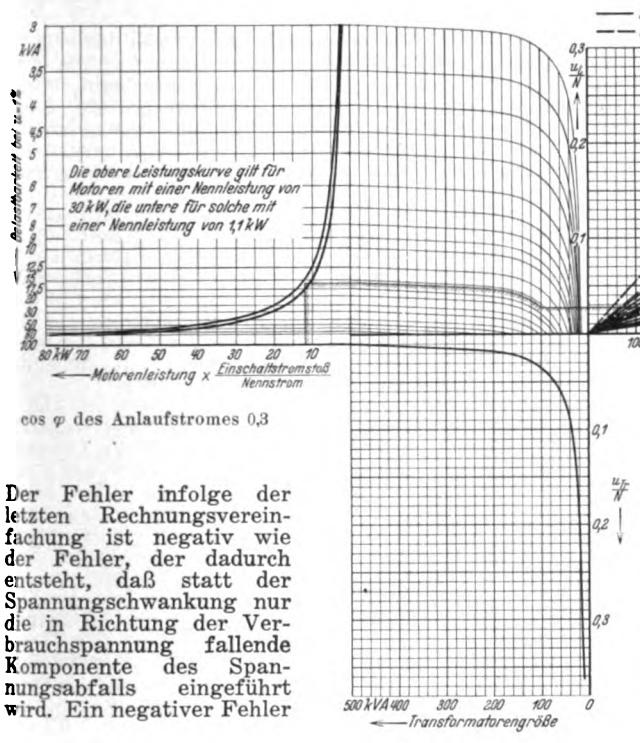
Digitized by Google

Der Anlaß-Spitzenleistungsbedarf läßt sich errechnen aus der Gleichung:

$$N = \frac{N_M}{\eta \cos \varphi_M} \cdot \frac{I_S}{I_M} . \qquad (9)$$

In dieser sind:

N_M Motornennleistung in kW,
η Wirkungsgrad des Motors bei Nennlast,
φ_M Phasenverschiebung des Motornennstromes bei Nennlast,
I_S Einschaltstromstoß des Motors,
I_M Normalstrom des Motors.



Der Fehler infolge der letzten Rechnungsvereinfachung ist negativ wie der Fehler, der dadurch entsteht, daß statt der Spannungsschwankung nur die in Richtung der Verbrauchspannung fallende Komponente des Spannungsabfalls eingeführt wird. Ein negativer Fehler ergibt sich in diesem Falle, weil die Leitungsverluste zwischen Transformator und Verbraucher bei der Berechnung der Spannungsschwankung am Transformator außer acht gelassen werden, und weil als prozentualer Wert der Spannungsschwankungen im Transformator der Wert, der sich auf die Transformatorspannung bezieht, eingesetzt wird, während eigentlich der Wert eingesetzt werden müßte, der das prozentuale Verhältnis zu der — kleineren — Verbrauchspannung angibt. Bei den in Verteilungsnetzen gewöhnlich üblichen Spannungs- und Leistungsverlusten ist der Fehler infolge dieser Rechnungsvereinfachung nur unwesentlich. Die Größenordnung des Fehlers in einem bestimmten Fall läßt sich leicht überschläglich ermitteln.

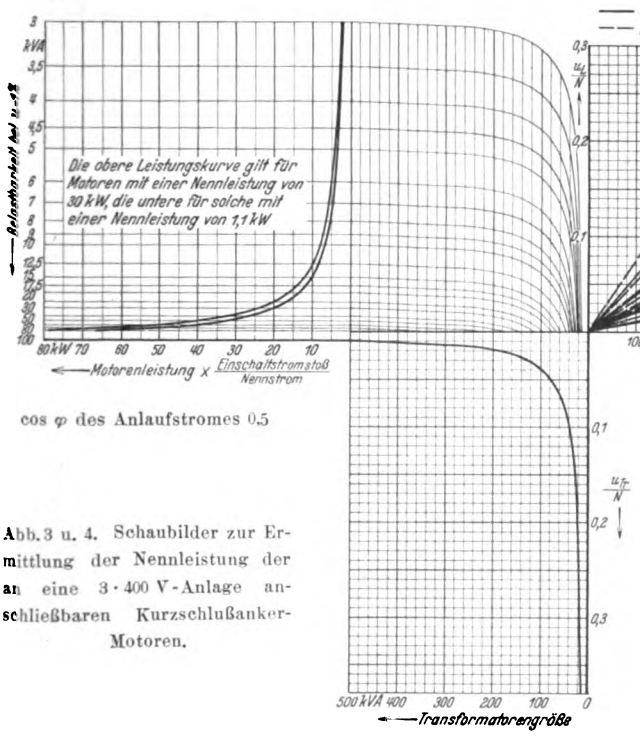


Abb. 3 u. 4. Schaubilder zur Ermittlung der Nennleistung der an eine 3 · 400 V-Anlage anschließbaren Kurzschlußanker-Motoren.

Im allgemeinen wird bei Prüfung der Anschlußmöglichkeit von Kurzschlußankermotoren weniger gefragt, wie groß die Spannungsschwankung beim Einschalten ist, als bis zu welcher Nennleistung Kurzschlußankermotoren an ein bestimmtes Leitungsgebilde bei Zulassung einer gewissen Spannungsschwankung angeschlossen werden können. Diese Grenzleistung läßt sich aus den angegebenen Gleichungen ebenfalls ermitteln.

Obwohl die Anwendung dieser Gleichungen keine Schwierigkeit bietet, dürfte für den ständigen Gebrauch eine Vereinfachung des Ermittlungsverfahrens angebracht sein. Wie eine solche Vereinfachung möglich ist, wird zunächst für den Fall gezeigt, daß der Motor, für welchen die Spannungsschwankung beim Einschalten bestimmt werden soll, unmittelbar oder über eine eigene Leitung an den ihn versorgenden Transformator angeschlossen ist. Ein solcher Anschluß zeichnet sich dadurch aus, daß nur die am Transformator aber nicht die in der Leitungsanlage hervorgerufene Spannungsschwankung andere von dem Transformator ebenfalls versorgte Anlagen beeinflußt.

Die Absenkung der Transformatorenspannung beim Einschalten des Motors kann mit Hilfe der Gl. (5), (6) und (9) ermittelt werden. Die beiden ersten Gleichungen lassen sich einfach zeichnerisch auswerten, wenn man sich die Tatsachen zunutze macht, daß das in diesen Gleichungen vorkommende Verhältnis $\frac{N}{N_T u_T}$, das die je 1 % Spannungschwankung zulässige Schwankung des Belastungsgrades des Transformators darstellt, nur eine Funktion des spezifischen Spannungsabfalls des Transformators und des cos φ der schwankenden Last ist. Der spezifische Spannungsabfall der Transformatoren der Normalreihen ist aber nur abhängig von der Transformatorengröße; von der Nennspannung ist er in sehr weiten Grenzen unabhängig. Infolgedessen kann die zulässige spezifische Schwankung des Belastungsgrades dieser Transformatoren durch verhältnismäßig wenige Kurven für die gesamten in Frage kommenden Transformatorengrößen, für jeden Belastungsfall und für den gesamten Bereich der üblichen Nennspannungen dargestellt werden. Hierbei kann man sich auf die Darstellung der Verhältnisse bei der Spannungsschwankung von 1 % beschränken und aus diesen Werten die einer anderen Spannungschwankung entsprechende Lastschwankung durch verhältnisgleiche Umrechnung ermitteln.

Will man auch die Auswertung der Gl. (9) soweit wie möglich umgehen, so muß man sich eines Schaubildes gemäß Abb. 2 bedienen. In diesem Bilde sind rechts oben Kurven angegeben, aus welchen die bei Spannungschwankungen bis zu 5 % und einem cos φ von 0,3 bis 0,5 die bei Transformatoren der Hauptreihe zulässige Schwankung der Last in kVA entnommen werden kann. Die Kurven links im Schaubild sind Hilfskurven, die für jede Leistungsschwankung diejenige Motornennleistung abzulesen gestatten, die eine solche Lastschwankung beim Einschalten verursacht. Da der cos φ und der Wirkungsgrad der Motoren bei Nennlast je nach der Motorengröße verschieden sind, mußten mehrere Hilfskurven eingezeichnet werden. Der Gang des graphischen Verfahrens zur Ermittlung der gesuchten Motorengröße ist aus dem schraffierten Linienzug ersichtlich, der in dem Schaubild eingetragen ist und beispielsweise zeigt, wie ermittelt wird, bis zu welcher Größe Motoren mit einem Anlaufstrom gleich dem sieben-

Digitized by Google

fachen Nennstrom und einem cos φ von 0,5 beim Anlauf an einen 100 kVA-Transformator bei Zulassung einer Spannungschwankung von 4 % angeschlossen werden dürfen. Die gesuchte Nennleistung ergibt sich aus dem Schaubild zu 12,5 kW. Aus Abb. 2 läßt sich im übrigen noch eine Faustformel zur Bestimmung der gesuchten Motorengröße ableiten. Sie lautet

$$N_M = c \frac{u N_T}{I_S/I_M}. \qquad (10)$$

c ist ein Festwert und hat für die betrachteten Transformatoren folgende Werte

cos φ des Anlaufs	Motornennleistung 1,1 ··· 100 kW
0,3	0,19 ··· 0,22
0,5	0,18 ··· 0,22

Die übrigen Buchstabenbezeichnungen der Gleichung haben die gleiche Bedeutung wie früher.

Falls der Kurzschlußankermotor nicht unmittelbar, sondern zusammen mit anderen Anlagen über eine gemeinsame Leitung an den Umspanner angeschlossen ist und die Spannungschwankung im Transformator sowohl wie die in der gemeinschaftlichen Leitung berücksichtigt werden müssen, ist eine Rechnungserleichterung zu erzielen, wenn man mit dem Begriffe des spezifischen Spannungsabfalls je kVA Lastschwankung arbeitet. Dieser Begriff läßt sich in den Gleichungen (5) bis (8) durch das Verhältnis u_T/N oder u_L/N ausdrücken. Trägt man diese Werte für die verschiedenen Umspannergrößen und Leitungsarten in Abhängigkeit vom cos φ der schwankenden Last auf, so erhält man die Möglichkeit, auf einfachem Wege die in einem bestimmten Umspanner und Leiter zulässige Lastschwankung zu ermitteln. Man muß zu diesem Zwecke lediglich aus den Schaubildern die entsprechenden Werte u_T/N und u_L/N entnehmen, sie addieren und den zulässigen Spannungsabfall durch diese Summe teilen. Die Nennleistung der Motoren, die beim Einschalten die errechneten Lastschwankungen zur Folge haben, kann hieraus mit Hilfe der Gl. (9) bestimmt werden. Die Rechnung im Einzelfall erübrigt sich bei Verwendung des zeichnerischen Verfahrens der Abb. 3 u. 4. In diesen Bildern sind im rechten oberen Quadranten des Achsenkreuzes für die verschiedenen Leitungsarten und im linken unteren Quadranten für die verschiedenen Transformatorengrößen die prozentualen Spannungschwankungen je kVA Lastschwankung eingetragen; die Werte gelten für eine Verbrauchspannung von 3 · 400 V und einen cos φ der schwankenden Last von 0,3 bei Abb. 3 und für einen solchen von 0,5 bei Abb. 4. Bei Verwendung des Schaubildes für eine andere Verbrauchspannung sind die u_L/N-Werte im umgekehrten Verhältnis des Quadrates der Spannungen umzurechnen.

Bei der gewählten Anordnung der Schaubilder kann sofort für jede Transformatoren- und Leitungszusammenstellung die Summe der in einem solchen Gebilde je kVA Lastschwankung auftretenden prozentualen Spannungsschwankung unmittelbar über der Kurve $u_T/N = f(N_T)$ abgegriffen und somit dort auch als Ordinaten aufgetragen werden. Da dieser Wert ein Maß für die zulässige Lastschwankung abgibt, $\left(\frac{1}{N} = \frac{u}{N}\,\frac{1}{u}\right)$ läßt sich auf diese Weise über der Kurve $u_T/N = f(N_T)$ unmittelbar ein Koordinatensystem einzeichnen, aus dem sofort die einer bestimmten Spannungschwankung entsprechende Lastschwankung entnommen werden kann. In den Abb. 3 u. 4 ist links oben ein entsprechendes Koordinatensystem eingezeichnet. Es gestattet die unmittelbare Ablesung der einer Spannungschwankung von 1 % entsprechenden Lastschwankung.

Ferner sind in den Abb. 3 u. 4 wiederum Hilfskurven eingetragen, die ermöglichen, aus der Einschaltleistung der Motoren die entsprechende Motornennleistung zu ermitteln. Allerdings ermittelt man bei den vorliegenden Bildern nur die Motorleistung in kW multipliziert mit dem Verhältnis des Einschaltstromes zum Nennstrom des Motors. Es wurde im Gegensatz zu Abb. 2 auf die Einzeichnung der Hilfskurven zur unmitelbaren Ablesung der Motorleistung verzichtet.

Die Anwendung des Verfahrens zeigt der in Abb. 3 eingetragene schraffierte Linienzug, der beispielsweise erkennen läßt, wie ermittelt wird, bis zu welcher Leistung Kurzschlußankermotoren, die beim Anlauf einen cos φ von 0,3 haben, an einen 100 kVA-Transformator über 200 m Niederspannungskabel von 3 · 35 mm² angeschlossen werden können. Aus dem Schaubild ergibt sich eine Leistung von 12 kW; diese ist noch durch das Verhältnis des Einschaltstromes zum Nennstrom zu teilen und mit dem zuzulässigen Spannungsabfall zu vervielfachen. Beträgt $I_S/I_M = 3$ und $\varepsilon = 4$, so ergibt sich die gesuchte Leistung zu 16 kW.

Bei Anwendung des Verfahrens ist stets zu berücksichtigen, daß die Kurven nur für einen bestimmten cos φ des Anlaufs gelten. Im allgemeinen dürften zwei Schaubilder für jede Gebrauchspannung, eines für cos φ = 0,3 und eines für cos φ = 0,5, für die Überprüfung der Anschlußmöglichkeit von Kurzschlußankermotoren ausreichen.

Die Lichttechnik im Jahre 1934.

Auf dem Gebiet der Lichttechnik sind innerhalb des letzten Jahres keine umwälzenden Neuerungen zu verzeichnen. Die auf den verschiedenen Teilgebieten erzielten Fortschritte, über die im folgenden kurz berichtet werden soll, haben jedoch in ihrer Gesamtheit die Lichttechnik nicht unwesentlich gefördert.

I. Entwicklung der Lichtquellen.

a) Glühlampen. — Durch Verwendung besonderer Drahtwerkstoffe und geeignete Behandlung läßt sich in vielen Fällen eine größere mechanische Festigkeit des Leuchtkörpers erzielen. Um die sich hieraus ergebenden Vorteile dem Verbraucher nutzbar zu machen, hat man die Verfahren zur fabrikatorischen Durchführung dieser Verbesserungen weiterentwickelt. Auch in der Verwendung von Sondergläsern, die erforderlich sind, um eine große Leistungsaufnahme in einem bestimmten Kolbenraum unterbringen zu können, wurden Fortschritte gemacht. Die Verbindung der Glühlampenkolben mit dem Sockel ist ebenfalls verbessert worden. Durch eine besondere Formung der Einschmelzung hat man eine große mechanische Festigkeit erreicht. Für Lampen, an deren Sockel hohe Temperaturen auftreten, wurde eine Sockelung mit Hilfe von Asbest angewendet.

Für die verschiedenartigsten Zwecke sind neue Lampentypen geschaffen worden. — Die größte Glühlampe, die bisher gebaut worden ist, wurde auf der Ausstellung „Deutsches Volk, deutsche Arbeit" gezeigt und im Betrieb vorgeführt. Sie hatte eine Leistungsaufnahme von 50 kW und einen Lichtstrom von 1 100 000 Lumen[1]).

[1]) ETZ 55 (1934) S. 532; Licht u. Lampe Bd. 23, S. 244 (1934).

In der Kinoprojektion wird versucht, durch möglichst starke Zusammendrängung des Leuchtkörpers der Glühlampe einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen. Dementsprechend hat die Verwendung von Doppelwendel- und Biplanlampen weiter zugenommen[2]).

Für Automobilbeleuchtung ist eine neue Form der Biluxlampe (Type S) entwickelt worden[3]). Bei der Schaffung dieser Type hat man besondere Sorgfalt auf die Vermeidung der Blendung gelegt. Durch Verlängerung und Verstärkung des Abblendleuchtkörpers wurde die Reichweite und Breitenstreuung des abgeblendeten Lichtes erhöht. Der Kolben dieser Lampe ist mit Riffeln versehen, die eine gleichmäßige Lichtverteilung auf der Fahrstraße bewirken. Die Kolbenkuppel weist außerdem eine schwarze lichtundurchlässige Abdeckung auf. Dadurch werden die aus dem Scheinwerfer austretenden nach oben gerichteten unmittelbaren (also nicht von der Scheinwerferfläche reflektierten) Strahlen des Abblendleuchtkörpers abgeschirmt. Diese Abdeckung ist insbesondere für Fahrten im Nebel sehr günstig, da wenig störendes Licht von den Nebeltröpfchen in das Auge des Fahrers reflektiert wird. Der neue Ringsockel für Autolampen[4]) (Abb. 1 a und 1 b) gestattet eine genauere Innehaltung der richtigen Lage des Leuchtkörpers zum Scheinwerfer, als es bisher möglich war. Auf einer Einstellvorrichtung wird um den üblichen Sockel ein flacher Ring so aufgelötet, daß eine bestimmte Stellung des Leucht-

[2]) Techn.-wiss. Abh. Osram-Konz. Bd. 3 (1934).
[3]) ETZ 1934, S. 409. — Licht u. Lampe Bd. 23, S. 191 (1934). — Licht Bd. 4, S. 52 (1934).
[4]) Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 29, S. 774 (1934).

Digitized by Google

körpers zu diesem Ring genau eingehalten wird. Die fertige Lampe wird mit Hilfe des Ringes an drei Punkten mit dem Scheinwerfer verbunden.

Für Flugplatzbeleuchtung, die infolge des immer stärker werdenden Nachtluftverkehrs wachsende Bedeutung erlangt, wurden Sonderlampen mit einer waagerecht liegenden Wendel gebaut, die eine größere Breitenstreuung des Lichtes bei gleichzeitig geringerer Höhenstreuung ergeben.

Lampen mit mehreren Leuchtkörpern verschiedener Wattaufnahme[5]), die einzeln oder zusammen einschaltbar sind, werden in Amerika neuerdings für Allgemein- und Straßenbeleuchtung benutzt. In Deutschland haben sie sich jedoch nicht eingeführt, da sie mehrere Nachteile aufweisen. Bei derartigen Lampen können leicht übermäßige Schwärzungen auftreten. Außerdem werden sie für den gedachten Zweck unbrauchbar, wenn einer der Leuchtkörper durchbrennt. Verwendet man dagegen mehrere Lampen in einer Leuchte, so braucht man nur die jeweils schadhafte Lampe zu ersetzen. — Um die unangenehmen Folgen, die das Versagen von Glühlampen in Signalgeräten haben kann, zu vermeiden, werden Glühlampen mit 2 Leuchtkörpern benutzt, die durch eine undurchsichtige Scheidewand getrennt sind. Die Trennwand wird senkrecht zur ausgeleuchteten Fläche (Optik oder dgl.) gestellt. Brennt ein Leuchtkörper durch, so leuchtet die Leuchte nur halb auf und zeigt dadurch dem Überwachungspersonal an, daß die Lampe ausgewechselt werden muß[6]).

Abb. 1a. Autoscheinwerferlampe mit Ringsockel.

Abb. 1b. Fassung für Lampen mit Ringsockel.

b) Metalldamptlampen. — Die in den letzten Jahren entwickelten Lichtquellen, die Natriumdampflampe[7]) und die Quecksilber-Hochdrucklampe[8]), sind inzwischen in der Praxis für die verschiedenartigsten Zwecke gebraucht worden[9]). Die Natriumdampflampe hat insbesondere zur Straßenbeleuchtung Anwendung gefunden. Eine Musteranlage mit Natriumdampflampen wurde bei Dallgow-Döberitz in der Nähe von Berlin gebaut[10]). Dieser Straßenabschnitt wurde bei der 2000 km-Fahrt durch Deutschland bei Nacht durchfahren. Von 320 Fahrern wurden folgende Urteile über die Beleuchtung abgegeben[10a]): 27 % „am besten", 20 % „sehr gut", 29 % „gut", 17 % befuhren die Strecke ohne eigenes Licht (mit z. T. mehr als 100 km/h!), 4 % fanden die Beleuchtung nicht genügend hell und nur 3 % hatten keine Natriumbeleuchtung gewünscht. Einige versuchsweise mit Natriumdampflampen ausgerüstete Straßenbeleuchtungsanlagen wurden im letzten Jahr in feste Anlagen umgewandelt und gleichzeitig erheblich erweitert (Köln-Bonner Autostraße von 500 m auf 3 km und Ausfallstraße München—Garmisch von 250 m auf 2 km). Aus diesen Tatsachen kann man die Eignung der Natriumdampflampe für Straßenbeleuchtung erkennen. Auch in der Reklamebeleuchtung hat man sie mit Erfolg angewendet[11]), ebenso die Quecksilber-Hochdrucklampe[12]). Wegen ihrer günstigen Lichtfarbe wird die Quecksilber-Hochdrucklampe auch zur Straßenbeleuchtung innerhalb der Stadt benutzt, wie z. B. in Berlin in der Berliner Straße zwischen Charlottenburger Brücke und Am Knie. Auch für farbige Springbrunnenbeleuchtung wurden Metalldampflampen benutzt[12a]).

In einigen Fällen hat sich die Lichtfarbe der Gasentladungslampen als störend erwiesen. Man versucht daher, mit Gasentladungslampen weißes Licht zu erzielen. Da dies bisher auf wirtschaftliche Weise nicht möglich war, wurde vorgeschlagen, mehrere Leuchtröhren mit verschiedenen Füllungen, z. B. mit Quecksilber, Kadmium und Neon, gleichzeitig nebeneinander zu betreiben. Eine andere schon länger bekannte Möglichkeit, weißes Licht zu erzeugen, ist durch die gleichzeitige Verwendung von Glühlampen und Gasentladungslampen gegeben. Man benutzt z. B. Quecksilberdampflampen und Glühlampen in einer gemeinsamen Leuchte[13]). Das Mischungsverhältnis Glühlampenlicht : Quecksilberdampflicht muß dabei etwa 1 : 1 betragen[14]), wenn man eine dem Tageslicht ähnliche Lichtfarbe erzielen will. Bei der Straßenbeleuchtung ist ein Zusatz von Glühlampenlicht im allgemeinen nicht erforderlich. In Fällen, bei denen auf weiße Lichtfarbe besonderer Wert gelegt wird, wendet man ein Mischungsverhältnis 2 : 1 an.

Die kleinsten Gasentladungslampen sind die neu entwickelten Zwergglimmlampen. Infolge ihrer kleinen Abmessungen können diese Lampen in Schalter, Steckdosen u. dgl. eingebaut werden. Sie werden dabei so geschaltet, daß sie nur bei ausgeschalteter Anlage leuchten, wodurch die Schalter auch im Dunkeln leicht und sicher aufzufinden sind.

c) Kohlebogen. — Die Dauerbrand-Effektkohlenbogenlampen, bei denen der Lichtbogen in eine Glasglocke eingeschlossen ist, um die Sauerstoffzufuhr und damit den Abbrand der Kohle zu verringern, sind weiter verbessert worden[15]). Ferner wurde daran gearbeitet, die Bogenlampe für Filmwerkstätten vollkommen geräuschlos zu machen und durch besondere Zusammensetzung der Kohlen eine möglichst hohe photographische Aktinität des Lichtes zu erhalten[16]).

II. Messung des Lichtes.

Um eine einwandfreie Messung des Lichtstromes in beliebig geformten Hohlräumen vornehmen zu können, wurde ein Verfahren[17]) angegeben, bei dem mit Hilfe einer fest eingebauten dritten Lampe der Fremdkörpereinfluß der Eichlampe und der zu messenden Lichtquelle gesondert bestimmt werden.

Die objektiven Meßverfahren wurden weiterentwickelt, insbesondere auch hinsichtlich der Übereinstimmung der Zellenempfindlichkeitskurve mit der Kurve der spektralen Hellempfindlichkeit des Auges[18]). Bei Sperrschichtzellen gelang es, durch Abflachung des Randes und Anbringung geeignet geformter Blenden Abweichungen vom Kosinusgesetz weitgehend zu vermeiden[19]). Bei Beleuchtungsmessern ließ sich durch Wölbung der Lichtauffangfläche ebenfalls eine bessere Erfüllung des Kosinusgesetzes erreichen[20]).

Heterochrome Photometrie. — Zur Messung farbiger Lichtquellen, insbesondere von Leuchtröhren, setzt sich das schon lange bekannte Filterverfahren[21]) immer weiter durch. Um hierbei eine möglichst gute Farbübereinstimmung zu erhalten, wurde ein Verfahren zur Auswahl der geeigneten Filter angegeben[22]). Zur Vereinfachung der Messung von Natriumdampflampen in der Ulbrichtschen Kugel wurde die Verwendung gelb gefärbter Glühlampen als Eichlampen vorgeschlagen[23]).

III. Bewertung des Lichtes.

Unsere Erkenntnis über die Funktionen des menschlichen Auges ist durch eine Untersuchung bereichert worden, die gezeigt hat, daß das Auge im Gegensatz zur geometrischen Optik Lichtstrahlen gleicher Lichtstärke, die durch verschiedene Teile der Pupille einfallen, verschieden hell empfindet[24]).

Die Bewertung des Lichtes von Selektivstrahlern ist in manchen Punkten noch nicht vollständig geklärt[25]). Es wurde behauptet, daß infolge des Überganges vom Zäpf-

5) Electr. Dealer Nov. 1933, S. 36.
6) Licht u. Lampe Bd. 23, S. 15 (1934).
7) ETZ 1934, S. 337.
8) ETZ 1934, S. 233.
9) ETZ 1934, S. 577. Licht u. Lampe Bd. 23, S. 499 (1934).
10) ETZ 1934, S. 579. Licht u. Lampe Bd. 23, S. 206 (1934).
10a) D.D.A.C. Motorwelt v. 21. XII. 1934.
11) Licht Bd. 4, S. 149 (1934).
12) Licht Bd. 4, S. 170 (1934).
12a) Licht Bd. 4, S. 128 (1934).
13) Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 28, S. 762 (1934). — ETZ 1934, S. 542.
14) Licht Bd. 4, S. 1, 23, 86 u. 105 (1934).
15) ETZ 1934, S. 844.
16) Trans. Soc. Motion Picture Engrs. 1934, Jan., S. 58.
17) Licht Bd. 4, S. 115, 135, 156 (1934).
18) J. sci. Instrum. 1934, S. 150.
19) Licht Bd. 4, S. 57 (1934).
20) Licht Bd. 4, S. 41 (1934).
21) Z. Beleuchtungswes. 1915, S. 41.
22) Illum. Engr., Lond., Bd. 27, S. 223 (1934).
23) Gen. Electr. Rev. Bd. 37, S. 342 (1934). — ETZ 1934, S. 1130.
24) Proc. Roy. Soc., Lond., Bd. 12 (1933). — Licht Bd. 8, S. 150 (1934).
25) Licht u. Lampe Bd. 23, S. 81 (1934).

Digitized by Google

chen- zum Stäbchensehen der Helligkeitseindruck einer beleuchteten Fläche sich mit wachsender Entfernung von der Lichtquelle anders ändert, als es dem quadratischen Entfernungsgesetz entspricht. Um diesen Einfluß des Purkinje-Effektes zu berücksichtigen, ist vorgeschlagen worden[26]), das Lambertsche Entfernungsgesetz durch 2 Faktoren $\bar{H}$ und π zu erweitern. Von anderer Seite wurde demgegenüber darauf hingewiesen, daß die Erweiterung des physikalischen Entfernungsgesetzes durch physiologische Faktoren zu unerwünschten Unsicherheiten der lichttechnischen Definitionen und Grundgrößen führt[27]). Außerdem ergab eine experimentelle Untersuchung an Gasentladungslampen[28]), daß das Purkinje-Phänomen erst bei Leuchtdichten unterhalb 2 asb einen merklichen Einfluß ausübt. Das bedeutet, daß es unter den bei Beleuchtungsanlagen vorhandenen Bedingungen kaum eine Rolle spielt.

IV. Beleuchtungstechnik.

Die Anwendung der Erkenntnisse über den Sehvorgang in der Beleuchtungstechnik hat gezeigt, daß die von den lichttechnischen Gesellschaften für die verschiedenen Arbeiten empfohlenen Beleuchtungsstärken noch nicht ausreichend sind, um beste Sehbedingungen zu erhalten[29]). Es sind stets Beleuchtungsstärken erstrebenswert, wie sie unter freiem Himmel herrschen. Ferner hat es sich gezeigt, daß bei Alterssichtigen höhere Beleuchtungsstärken angewendet werden müssen als bei Normalsichtigen, um die gleiche Sehschärfe zu erhalten[30]).

Über die bei farbigem Licht vorliegenden Sehverhältnisse sind ausführliche Untersuchungen angestellt worden[31]···[35]).

a) Verkehrsbeleuchtung. — Die Auswertung der Unfallstatistik amerikanischer Städte aus dem Jahre 1932, die 227 Städte mit einer Gesamtbevölkerung von 40,7 Mill. Menschen umfaßt, hat gezeigt, daß ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Straßenbeleuchtung und der Zahl der Unfälle besteht. Während bei einem jährlichen Aufwand von weniger als 0,5 $ je Kopf der Bevölkerung die Zahl der Nachtunfälle etwa 240 % der Tagesunfälle beträgt, verringert sich dieser Prozentsatz bei einem Aufwand von mehr als 1,5 $ auf rd. 130 %[36]).

Für die Beleuchtung von Fahrzeugen, insbesondere von Kraftfahrzeugen, war das Erscheinen der Reichsstraßenverkehrsordnung im September 1934 von besonderer Wichtigkeit. In dieser Verordnung wurde zum ersten Male der Versuch gemacht, die Blendung durch eine lichttechnische Messung zu erfassen[37, 38]). Bei den Autoscheinwerfern beschäftigt man sich mit der Frage, ob es möglich sei, Scheinwerfer kleinerer Abmessungen zu verwenden, um den Luftwiderstand möglichst herabzusetzen[39]). Das läßt sich innerhalb gewisser Grenzen durch Verkleinerung der Toleranz für die Lage des Leuchtkörpers zum Scheinwerfer (z. B. durch Ringsockel) erreichen. Gewisse Mindestausmaße dürfen aber nicht unterschritten werden, um die an die Scheinwerfer gestellten Anforderungen zu erfüllen. — Das Überholen großer Lastkraftwagen bietet häufig deswegen Schwierigkeiten, weil der Fahrer das Signal des Überholenden nicht wahrnimmt. Diesen Übelstand will ein neues optisches Überholungsgerät, das auf der Automobilausstellung gezeigt wurde, vermeiden[40]). — Zur Klärung der Frage, ob es vorteilhaft ist, gelb gefärbtes Scheinwerferlicht bei Nebel zu verwenden, wurden weitere Untersuchungen über die Lichtdurchlässigkeit des Nebels durchgeführt[40a]). Dabei hat sich ergeben, daß unter normalen Bedingungen die Gelbfärbung bei starkem und mittelstarkem Nebel praktisch keine Vorteile bietet.

Für den Nachtflugverkehr ist die Verwendung von Richtfeuern sehr wichtig. Um die günstigste Art der Feuer zu ermitteln, stellte man experimentelle Untersuchungen an[41]). — Zur Erleichterung der Landung der Flugzeuge wurden Landebahnscheinwerfer angewendet, die auf Autos fahrbahr angebracht sind[42]). — Die Messung der Höhe von Wolken wurde ebenfalls mit Hilfe von Scheinwerfern vorgenommen.

b) Grubenbeleuchtung. — Um die Sicherheit beim Arbeiten unter Tage zu erhöhen, wurden die elektrischen Grubenlampen in bezug auf ihre Schlagwettersicherheit verbessert. Dies läßt sich auf verschiedene Weise erreichen: z. B. hat man bei Preßluftanlagen die vom Generator zur Lampe führenden Kabel in einen Schlauch verlegt, der mit dem Innern einer Glasglocke in Verbindung steht, die über die Glühlampe gestülpt ist. Der Schlauch wird mit Druckluft von 1,5 atü gefüllt. Bei Beschädigung der Glocke oder des Schlauches strömt die Luft aus, und ein Membranschalter schaltet selbsttätig den Strom ab[43]). — An Stelle von Preßluft ist auch Kohlensäure verwendet worden[44]). Da beim Zerstören der Schutzglocke durch den im Innern herrschenden Überdruck leicht Glassplitter weggeschleudert werden können, hat man die Glühlampen und die Schutzkolben mit Lacküberzügen versehen, die infolge ihrer großen Festigkeit und Elastizität ein Absplittern des Glases verhindern[45]). — Bei einer anderen Ausführung einer Sicherungsleuchte werden etwa vorhandene brennbare Gase in einem Verbrennungsraum durch Platinschwamm oder eine Zündspirale entzündet und erwärmen dabei einen Bimetallstreifen, der ein Warnungssignal einschaltet[46]). Außerdem wurden kombinierte Leuchten mit Glühlampen und Gasglühlicht und elektrische Handlampen mit Schlagwetteranzeiger herausgebracht[47]). Auch der Frage des Blendungsschutzes im Steinkohlenbergbau unter Tag wurde Beachtung geschenkt[48]).

c) Reklamebeleuchtung. — In Reklamebeleuchtungsanlagen mit Leuchtröhren sind häufig Leitungsdurchschläge aufgetreten. Bei der Untersuchung der Ursachen stellte sich heraus, daß die Induktivität der Drosseln bzw. Transformatoren mit der Kapazität der Leitungen Resonanzkreise bilden. Dadurch werden die Leitungen übermäßig stark beansprucht[49]). — Um Schäden durch Ozon zu vermeiden, brachte man ozonfeste Leitungen auf den Markt[50]). Zur Verwendung in Schaufenstern wurden Leuchtröhren verschiedenster Form und Farbe hergestellt[51]). Neuartige Reklamewirkungen erzielte man durch Verwendung von Leuchtfarben, die mit Quecksilberdampflampen beleuchtet werden[52]). — Ein vor mehreren Jahren gemachter Vorschlag, die störenden Reflexe auf Schaufensterflächen durch Anwendung gekrümmter Scheiben zu vermeiden, wurde an mehreren Stellen praktisch verwirklicht[53]).

d) Arbeitsplatzbeleuchtung. — Für viele Arbeiten ist eine Allgemeinbeleuchtung der Arbeitsstätte nicht ausreichend, um Qualitätsarbeit zu erzielen. Man hat sich daher bemüht, die Beleuchtung dem Arbeitsvorgang möglichst anzupassen[53a]).

e) Sonstige Beleuchtungsanlagen. — Einige Beleuchtungsanlagen, die zwar grundsätzlich nichts Neues bieten, jedoch wegen der Art der Anwendung des Lichtes oder wegen einiger Besonderheiten von Interesse sind, sollen nicht unerwähnt bleiben. Dazu gehört z. B. die Kursanzeigetafel in der neuen Mailänder Börse[54]), ferner eine Scheinwerferanlage für öffentliche Beleuchtung in Florenz[55]) und die Beleuchtungsanlage eines Schwimmbades, bei der durch Unterwasserleuchten besondere Wirkungen erzielt werden[56]).

f) Das Licht in Wissenschaft und Technik. — Auf diesen Gebieten ergeben sich die interessantesten Anwendungsmöglichkeiten des Lichtes. So ist es z. B. möglich gewesen, mit Hilfe einer Beleuchtungsvorrichtung und einer Photozelle den Durchmesser dünnster Drähte zu bestimmen[57]). Auch die Messung des Quecksilberdampfgehaltes der Luft ist auf optischem Wege durchgeführt worden[58]). Ferner sind zu erwähnen ein neuer Rauchfeuermelder[59]) und der von der DVL entwickelte Glimmlampenindikator[59a]), der mit Hilfe einer Glimmlampe den Höchstdruck in Motoren mißt.

---

26) Licht u. Lampe Bd. 23, S. 82, 130, 207 u. 227 (1934).
27) Licht Bd. 4, S. 59 u. 98 (1934).
28) Physik. Z. Bd. 35, S. 545 (1934).
29) Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 28, S. 842 (1933). — ETZ 1934, S. 820.
30) Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 29, S. 296 (1934). — ETZ 1934, S. 1157.
31) Licht Bd. 4, S. 122 u. 143 (1934).
32) ETZ 1934, S. 398.
33) Licht u. Lampe Bd. 23, S. 186 (1934).
34) Licht Bd. 4, S. 64 (1934).
35) Licht Bd. 4, S. 81 (1934).
36) Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 28, S. 651 (1933). — ETZ 1934, S. 1009.
37) ETZ 1934, S. 1165.
38) Licht Bd. 4, S. 216 (1934).
39) Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 29, S. 175 (1934). — ETZ 1934, S. 912.
40) ETZ 1934, S. 865. — Licht u. Lampe Bd. 23, S. 53 (1934).
40a) ETZ 1935, S. 319.
41) Licht Bd. 4, S. 75, 95 u. 118 (1934).
42) ETZ 1934, S. 424.
43) ETZ 1934, S. 74.
44) Licht Bd. 4, S. 153 (1934).
45) Licht u. Lampe Bd. 23, S. 275 (1934).
46) Licht Bd. 4, S. 153 (1934).
47) ETZ 1934, S. 278.
48) ETZ 1934, S. 425.
49) ETZ 1934, S. 361.
50) Licht u. Lampe Bd. 23, S. 275 (1934).
51) Licht u. Lampe Bd. 23, S. 87 (1934).
52) Licht u. Lampe Bd. 23, S. 603 (1934).
53) Illum. Engr., Lond., Bd. 27, S. 24 (1934). — Licht u. Lampe Bd. 23, S. 252 u. 291 (1934).
53a) Licht Bd. 4, S. 185 (1934).
54) ETZ 1934, S. 930.
55) Illum. razion. 1934, H. 5). — Licht u. Lampe Bd. 23, S. 394 (1934).
56) Illum. Engr., Lond., Bd. 27, S. 243 (1934).
57) ETZ 1934, S. 785.
58) ETZ 1934, S. 1178.
59) Dtsch. opt. Wschr. Bd. 55, S. 360 (1934).
59a) ETZ 1934, S. 376.

Digitized by Google

g) Geleuchte. — Infolge der immer gesteigerten Anforderungen an die Beleuchtungsanlagen haben auch die Geleuchte wertvolle Verbesserungen erfahren. Zur Erzielung der für feine Arbeiten nötigen hohen Beleuchtungsstärken sind Werkplatzleuchten mit Metallspiegeln auf den Markt gebracht worden[60]). Für Unterwasser- und Springbrunnenbeleuchtung wurden wasserdichte Scheinwerfer hergestellt[61]). Die gleichmäßige Beleuchtung von Flächen bei engem Raum, z. B. in Schaukästen u. dgl., war bisher nur sehr schwierig zu erreichen. Durch eine neue Leuchte, die mit einer Art unsymmetrischer Fresnelscher Gürtellinse versehen ist, wurde es möglich, mit einer einzigen Lichtquelle (Soffitte) größere Flächen (Reklameschilder und Schaukästen) gleichmäßig zu beleuchten[62]). Für den Werkluftschutz wurden Geleuchte gebaut, die das Licht nur in einen eng begrenzten Winkelbereich ausstrahlen[63]) (Fluchtwegbeleuchtung).

Auch die Geleuchte für Gasbeleuchtung sind den heutigen Anforderungen angepaßt worden[64]).

Dr. M. Wolff, Berlin.

[60]) Licht u. Lampe Bd. 23, S. 30 (1934).
[61]) Licht Bd. 4, S. 172 (1934).
[62]) Licht u. Lampe Bd. 23, S. 189 (1934).
[63]) ETZ 1935, S. 432. Licht u. Lampe Bd. 23, S. 540 (1934).
[64]) Licht u. Lampe Bd. 23, S. 348 (1934).

Über elektrische Kontakte.

Von **R. Holm**, Berlin.

Übersicht. Die Arbeit behandelt die Lehre: 1. der ruhenden metallischen Kontakte mit und ohne Fremdschicht, 2. der Fritterung und des Durchschlages der Fremdschichten, 3. der Stoffwanderung in Abhebekontakten.

Die elektrischen Kontakte bilden ein wichtiges Kapitel der Elektrotechnik, in dem bis in die letzte Zeit die Systematik, d. h. die Theorie, sehr unvollständig war. Um dem abzuhelfen, ist man[1]) im Forschungslaboratorium der Siemenswerke seit einiger Zeit weitgehend mit Kontaktuntersuchungen beschäftigt. Der vorliegende Aufsatz soll eine Vorstellung von einigen Hauptergebnissen vermitteln, sofern es sich um ruhende Kontakte und um die Stoffwanderung in Abhebekontakten handelt.

Ruhende Kontakte.

Die erste zu beantwortende Frage war, ob es rein metallische Kontakte gebe und wie diese erkenntlich seien. Es zeigte sich, daß man nur an im Vakuum ausgeglühten Stücken Kontakte erhalten kann, welche in der ganzen Berührungsfläche metallisch rein sind. Solche Kontakte haben keinen wirklichen Übergangswiderstand; was dennoch als Kontaktwiderstand erscheint, ist nur ein sogenannter Ausbreitungs- oder Siebwiderstand, der darauf beruht, daß die Stromlinien an den meistens kleinen wirklichen Berührungsflächen zusamengedrängt werden[2]). Man kann z. B. bei gekreuzten Stäben und mit einem nicht zu kleinen Druck eine zusammenhängende Berührungstelle erhalten, meistens aber kommen nur getrennte, hervorragende Stellen der mikroskopisch immer unebenen Elektrodenflächen zur Berührung. Angenommen, die Berührungsfläche bestehe aus n Kreisflächen, jede mit dem Halbmesser a, und ϱ sei der spezifische Widerstand des Metalles, dann ist der Siebwiderstand:

$$R = \frac{\varrho}{2\,a\,n}\cdot \qquad (1)$$

Solange die betreffende Berührungsfläche konstant bleibt, gilt eine erstaunlich einfache Beziehung zwischen dem Ausbreitungswiderstand R, der Temperatur Θ an der heißesten Stelle, d. h. in der Kontaktfläche, und der an R angelegten Kontaktspannung V. Die mathematische Beziehung geht auf wärmeleitungstheoretische Arbeiten von Kohlrausch, Dießelhorst und Meißner[3]) zurück. Die folgenden Formeln geben diese Beziehungen nur in grober Annäherung:

$$\Theta = \frac{1}{8\,\lambda\,\varrho}\,V^2 \qquad (2)$$

und

$$R = R_0\cdot\left(1+\frac{2}{3}\,\alpha\,\Theta\right). \qquad (3)$$

In diesen Gleichungen bedeuten λ die Wärmeleitfähigkeit des Metalles, α den Temperaturkoeffizienten seines spezifischen Widerstandes; R_0 ist der Kontaktwiderstand bei Zimmertemperatur und R derjenige bei der Temperatur Θ im Kontakt. Zu jedem V gehört also, unabhängig von der Größe und der Form der Berührungsfläche, eine gewisse Temperatur Θ im Kontakt. Da diese nie über die Schmelztemperatur Θ_s getrieben werden kann, ohne daß der Kontakt zusammensinkt, so kann auch der rein metallische Kontakt nie mehr als die Schmelzspannung V_s (Größenordnung 0,2 bis 1 V bei Metallen und 2,5 V bei Kohle) vertragen.

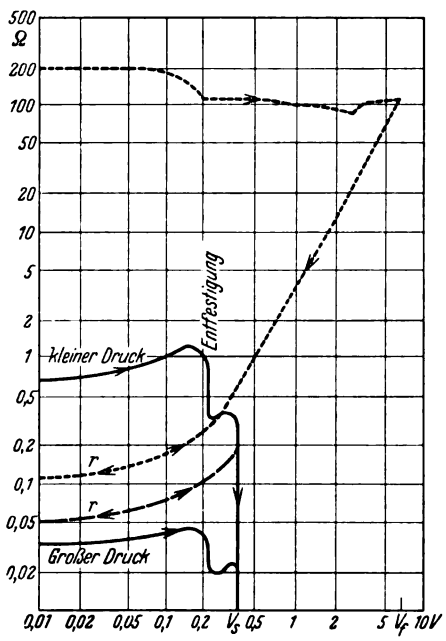


Abb. 1. R-V-Kennlinien von Kontakten mit und ohne Fremdschicht.

Der Zusammenhang zwischen R/R_0 und V, der sich in den sogenannten R-V-Kennlinien darstellt, wird zweckmäßig als Kriterium für die Reinheit des Kontaktes verwendet. Praktische Kontakte sind selbstverständlich nie ganz rein metallisch. Auch die saubersten, nicht ausgeglühten Kontakte enthalten immer noch mindestens eine monoatomare Sauerstoff-Fremdschicht, welche so fest am Metall haftet, daß man sie praktisch nicht abreiben kann, ohne die Metalloberfläche selbst zu verletzen. Diese dünne Haut stört nicht in praktischem Ausmaß[4]), sondern wesentlich tun das nur dickere (20 bis Tausende von Atomschichten dicke) Fremdschichten (meistens Oxyde), die allerdings auf nicht edlen Metalloberflächen in der Praxis immer vorhanden sind. Die Fremdschichten bedingen wirkliche Übergangswiderstände, die in der Regel größer sind als die Ausbreitungswiderstände und manchmal geradezu isolierend wirken.

Die Antwort auf die anfangs gestellte Frage lautet also: Ganz rein metallische Kontakte geben nur im Vakuum

[1]) Die betreffenden Veröffentlichungen über Untersuchungen des Verfassers meistens zusammen mit den Herren F. Güldenpfennig und R. Störmer, z. T. auch zusammen mit seiner Frau, sind in den Wiss. Veröff. Siemens-Konz. erschienen. Eine Übersicht über die Geschichte der Kontaktuntersuchungen (abgesehen von den Schleifkontakten) findet sich in den Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 7 (1929), H. 2, S. 263, mit einer Ergänzung ebenda 10 (1931) H. 4, S. 18. Kurze Notizen erschienen in der Z. techn. Physik und einige Sondermessungen bei tiefen Temperaturen zusammen mit W. Meißner in der Z. Physik 74 (1932) S. 715 u. 736 sowie 86 (1933) S. 787. Unter späteren Arbeiten von anderer Seite seien erwähnt: E. F. Kingsbury, Amer. Inst. min. metallurg. Engr. Techn. Publ. Nr. 95, 1928; C. Benedicks und J. Härdén, Z. techn. Physik 13 (1932), S. 71 u. 111; L. Binder, Z. techn. Physik 13 (1932) S. 442; H. Williams, J. sci. Instrum. 11 (1934) S. 273; H. O. Hellerer, Helios 41 (1935) S. 138.

[2]) Vgl. Bericht in ETZ 1930, S. 515.

[3]) Das Schrifttum ist angegeben in Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 9 (1930) H. 2, S. 300.

[4]) Auch die dickere, aus Wasser bestehende sogenannte „Rohmann-Haut" stört nicht, weil sie ganz einfach weggedrückt wird.

Digitized by Google

ausgeglühte Elektroden. Bei sauberen Kontakten (mit $n = 1$) haben wir die Formel (1) experimentell bestätigt.

Es ist erstaunlich, wie große spezifische Drücke in den Kontakten wirksam sind. Beim Kontakt zwischen gekreuzten Stäben oder überhaupt bei einer Form der sich berührenden Stücke, die einen großen spezifischen Druck bedingt, erreicht dieser in der Regel die Fließgrenze des betreffenden Metalles[5]). Zwischen eben geschliffenen Platten entsteht im ganzen eine verhältnismäßig große Berührungsfläche, die allerdings wegen der immer vorhandenen mikroskopischen Unebenheiten sich in mehrere kleine Teilflächen aufteilt, wobei der mittlere spezifische Druck unterhalb der Fließgrenze f bleiben wird (z. B. bei $\frac{1}{3} f$). Auch zwischen einer Graphitbürste und einem Schleifring wird die Berührungsfläche groß mit spezifischen Drücken von der Größenordnung 0,3 t/cm² (d. h., die wirkliche augenblickliche Berührungsfläche ist etwa gleich 0,001 der eingeschliffenen Fläche).

Abb. 1 zeigt R-V-Kennlinien von Kontakten mit und ohne Fremdschicht. Die ausgezogenen Kurven sind jungfräuliche Kennlinien für reine Kontakte. Sie laufen zuerst entsprechend der Formel (3), bis bei der sogenannten Entfestigungstemperatur die Kaltverfestigung verloren geht und sich sinngemäß die wirkliche Berührungsfläche im Kontakt vergrößert. Dann kommt noch ein Anstieg in ungefährer Übereinstimmung mit Gl. (3), bis schließlich die unüberschreitbare Schmelzspannung V_s erreicht ist. Hin und her durchschrittene, sogenannte reversible Kennlinien (r, gestrichelt) verlaufen ganz nach Gl. (3). Die Anwesenheit einer Fremdschicht verändert das Bild in seinem Anfang vollkommen. Eine entsprechende Kennlinie ist gepunktet eingetragen. Sie fängt bei dem hohen Widerstand von 200 Ω an; bei steigender Spannung erleidet der Widerstand kleine Änderungen, und schließlich geschieht bei der „Fritterspannung" V_f eine sogenannte Fritterung, die sich zunächst darin kundgibt, daß die Kontaktspannung auf einen Wert wenig unterhalb von V_s zusammenklappt. Wird die Kontaktspannung nun mit Hilfe des Vorschaltwiderstandes weiter vermindert, so ergibt sich die gepunktete reversible Kennlinie r.

Bei der Fritterung bauen sich durch die Fremdschicht Metallbrücken auf, welche durch normale reversible Kennlinienzweige, z. B. r in Abb. 1, gekennzeichnet sind. Diese Brücken werden so dick (einige Zehntel μ), daß sie gerade den Strom vertragen können[6]). Darum fällt bei der Fritterung die Spannung gerade bis etwas unterhalb V_s. Schon eine schwache Erschütterung zerbricht die Fritterbrücken. Fritterung und Durchschlag sind verwandte Erscheinungen; nur sprechen wir von Fritterung, wenn das Ergebnis die beschriebenen Brücken von submikroskopischer Größe sind, und von Durchschlag, wenn die Schicht an der leitend gewordenen Stelle sichtbar zerstört wurde. Wir haben gefunden, daß die Fritter- und Durchschlagspannung streng proportional der Fremdschichtdicke sind, daß also für diese Erscheinung eine jeder Fremdschichtart eigene Fritterfeldstärke maßgebend ist. Diese liegt im allgemeinen bei der Größenordnung 10^6 V/cm. Man kann allerdings auch „ideale" Stellen mit einer Durchschlagspannung von einigen 10^7 V/cm finden, also mit etwa der idealen Festigkeit des ungestörten Kristallgitters[7]). Die zuerst erwähnten, sogenannten normalen Stellen dürften durch eine gewisse normale Art Störstellen im Kristallgitter gekennzeichnet sein. Bei den Fritteruntersuchungen muß man selbstverständlich darauf achten, daß der Kontakt nicht so belastet wird, daß die Fremdschicht mechanisch zerstört wird. Will man aber mit dem Kontakt, wie im allgemeinen in praktischen Fällen, nur eine gute Leitung erreichen, so kommt es gerade darauf an, die Fremdschicht zu beschädigen. Dies erreicht man, wenn durch hohen spezifischen Druck das Metall irreversibel verformt wird. Wenn aber ein Kontakt mehrere Male genau an derselben Stelle zustande gebracht wird, so passen sich die Kontaktflächen derart aneinander an, daß schließlich nur elastische Verformungen entstehen und die Fremdschicht sich halten kann. Es ist also begreiflich, daß es für die gute Leitung wertvoll ist, wenn die Berührung bei der Kontaktgebung an wechselnden Stellen geschieht, und besonders vorteilhaft ist es, wenn jedesmal durch eine kleine Verschiebung die Fremdschicht mehr oder weniger vollständig weggeschabt wird[8]). Natürlich muß der Kontaktkonstrukteur eine Zwischenlösung suchen und darf nicht zu scharfe Kontaktschneiden verwenden, die einen zu großen Verschleiß verursachen würden.

Bekanntlich ist es vorteilhaft, Kurbelkontakte unter Öl arbeiten zu lassen. Das Öl befördert selbstverständlich nicht die Leitung an und für sich, sondern es stört sie sogar ein wenig; es erfüllt aber die Aufgabe, die weitere oder neue Ausbildung von Oxydschichten zu verhindern.

Stoffwanderung in Abhebekontakten.

Für die Stoffwanderung in Abhebekontakten ist der „Kontaktfunke" verantwortlich. Als Kontaktfunke wird dabei jede Strombeförderung durch den Kontaktspalt, ohne daß sich die Kontaktstücke berühren, bezeichnet. Der Kontaktfunke kann ein Lichtbogen (bei einer Spannung > 15 V und Stromstärke $> 0{,}2$ bis 2 A je nach dem Metall), ein Glimmstrom (Spannung > 300 V) und auch ein Elektronenstrom ohne wesentliche Gasionisation sein. Im letzten Falle zieht das Feld, mitunter noch von der Kathodentemperatur unterstützt, Elektronen aus der Kathode. Solange der Kontaktspalt so kurz ist, daß die meisten schnellen primären Elektronen die Anode erreichen, erhält diese die meiste Energie zugeführt, und die Stoffwanderung geht überwiegend von der Anode weg. Längere Kontaktfunken greifen die Anode wenig an, so daß der Verlust der Kathode überwiegt. Die Stoffwanderung beruht wesentlich auf einer Art Verdampfung, wobei allerdings die durch Elektronen oder Ionen übermittelte und für die Verdampfung verwendete Energie auf sehr wenige Metallatome konzentriert wird.

Beim Einschalten ist wesentlich der „kurze" Funke tätig und die Stoffwanderung ungünstig für die Anode; beim Ausschalten hängt es von der Belastung des Funkens ab, ob er nur „kurz" bleibt mit Wanderung von der Anode weg, oder ob er eine genügende Zeit „lang" brennt und demgemäß eine Wanderung von der Kathode weg veranlaßt.

Weil das verdampfte Metall sich je nach der Elektrodenform mehr oder weniger vollständig wieder auf die Elektroden niederschlägt, so kommt es meistens zu einem Stoffgewinn für die weniger beanspruchte Elektrode; daher auch die Bezeichnung „Stoffwanderung". Die je Kontaktgabe bzw. -lösung verdampfende und auch die bei gewöhnlicher Kontaktform von Elektrode zu Elektrode wandernde Metallmenge G ist bei Bogenform des Kontaktfunkens proportional der Elektrizitätsmenge q, die jedesmal durch den Kontaktfunken fließt. Man kann q oszillographisch bestimmen, aber auch aus den Brennbedingungen des Bogens berechnen. Als Proportionalitätsfaktor tritt ein gewisser Festwert γ auf, der bei verschiedenen Stoffen recht verschieden sein kann. Man hat also $G = \gamma q$. Einige γ-Werte sind in der folgenden Zahlentafel zusammengestellt.

Werte für γ in mg/C.

	C	Cu	Mo	Au	W
für anodische Wanderung beim Einschalten	0,0015	0,05	0,015	0,4	0,05
für kathodische Wanderung beim Ausschalten	0,0025	0,02	0,013	0,05	0,013

In der Schwachstromtechnik hat man allerdings meist die Möglichkeit, die Schaltung so zu wählen, daß ein Bogen vermieden wird. Dann stört nur noch die sogenannte „Feinwanderung". Durch einen Kondensator parallel zum Kontakt hält man die in dem sich lösenden Kontakt zuerst auftretende Spannung so klein, daß der Bogen nicht zündet (kleiner als 10 bis 18 V je nach dem Metall). Es ist sogar zweckmäßig, einige Volt unter diese Grenze zu gehen, weil die Wirksamkeit des Funkens mit sinkender Spannung sehr rasch abnimmt. Dabei heißt es, einen Ausgleich mit der Forderung zu finden, daß in dem Kondensatorkreis ein nicht zu wenig dämpfender Widerstand gegen die Wanderung beim Einschalten tätig sein muß.

[5])

Metall	Al	Fe	Cu	W	Pt	Au	Graphit
Fließgrenze in t/cm² etwa	3	6	4	15	7	5	0,3

[6]) Der Vorgang des Aufbaues der Brücken ist nicht genau bekannt; es ist aber wahrscheinlich, daß anfangs lockere Ionen und später flüssiges Metall als Baustoffe verwendet werden. Ähnliche Brücken zwischen allmählich auseinandergezogenen Elektroden haben auch Th. Sundorph, Ann. Physik 10 (1903) S. 198, sowie Angelika Székely, Z. Physik 22 (1924) S. 51 beobachtet.

[7]) A. Joffé scheint an Glas bei sehr kleiner Dicke nur „ideale" Stellen und bei größerer Dicke nur normale Stellen beobachtet zu haben, vgl. Abb. 111 in N. Semenoff und A. Walther, Die physikalischen Grundlagen der elektrischen Festigkeitslehre (J. Springer, Berlin 1928).

[8]) Auf der Notwendigkeit, in praktischen Kontakten die Fremdschichten zu beschädigen und trotz der störenden Staubteilchen auch unmittelbare Berührungsstellen zu bewirken, beruht es, daß Kontakte, die durch Faserstaub beschmutzt werden können, unzuverlässig arbeiten, wenn die Kontaktlast nicht mindestens 20 g beträgt. Mit geschützten Kontakten hat man allerdings praktisch gute Erfahrungen auch schon bei so wenig wie 2 g Kontaktlast.

Digitized by Google

Die Wanderung im Ausschaltkontakt kann man in gewissen Fällen dadurch klein halten, daß durch eine richtige Wahl des q der Kontaktfunke in einem solchen Längenbereich gehalten wird, bei dem er die Anode und die Kathode gleichviel angreift, so daß keine Unebenheiten auf den Elektroden entstehen. Ein Mittel gegen die besonders störenden stiftförmigen Stoffansätze ist eine Berührungsfläche, die derart (z. B. gerillt) gestaltet ist, daß viele einzelne Berührungspunkte entstehen.

Die Wanderung im Glimmlichtfunken bei normaler Atmosphäre ist verhältnismäßig klein. Dagegen haben anderweitige Zerstäubungsmessungen an Glimmlichtkathoden in trägen Gasen dieselbe Größenordnung wie im Bogen ergeben. Daß die Verhältnisse durch das „Prellen" des Kontaktes verwickelter werden, sei hier nur erwähnt.

Der Vakuumschalter, dessen in diesem Zusammenhang noch gedacht werden kann, wirkt beim Einschalten nicht günstiger als in Luft, aber sein Abschaltfunke ist äußerst kurzlebig und darum wenig störend. Seine günstigen Eigenschaften sind allerdings wesentlich davon abhängig, wie gut das Kontaktmetall entgast ist. Der Vakuumschalter wird für kleine Leistungen vielfach praktisch verwendet; bei sehr großen Leistungen verliert er aber seine Vorzüge und ist jedenfalls gegenwärtig nicht wettbewerbsfähig.

Beziehungen zwischen der Temperaturabhängigkeit der Verluste und der Durchschlagfestigkeit bei Papierkondensatoren*).

Von **Georg Nauk**, Berlin[1]).

Übersicht. An mit säurefreiem Öl imprägnierten Papieren werden Durchschlagversuche in Abhängigkeit von der Temperatur gemacht. Es zeigt sich, daß der Verlust-Temperatur-Verlauf der ungetränkten Papiere maßgebend für den Durchschlag-Temperatur-Verlauf ist. Das Material mit stärkerer Verlustabhängigkeit weist eine entsprechend stärkere Festigkeitsabnahme mit der Temperatur auf. Bei Zellulosepapieren, die mit Öl-Harz-Gemischen imprägniert sind, läßt sich aus dem Verlust-Temperatur-Verlauf kein Schluß auf die Durchschlag-Temperatur-Abhängigkeit ziehen. Da die Fasern unter Annahme Wagnerscher Verluste unverändert bleiben, wird die Überlagerung zweier Verlustquellen angenommen, die der Faser an sich und die der Kombination Faser-Zusatzstoff. Der Verlust-Temperatur-Verlauf der Faser bleibt deshalb auch hier maßgebend für den Durchschlag-Temperatur-Verlauf, unabhängig davon, wie stark die Anwesenheit eines ungeeigneten Imprägniermittels den ursprünglichen Verlustverlauf ungünstig beeinflußt hat.

In Anlehnung an die Untersuchungen von Halbach wird durch Messung der Verluste als Funktion der Zeit im Durchschlaggebiet die Natur des Durchschlages bestimmt. Es ergibt sich, daß es sich bei allen Papiersorten und Imprägnierungen bis zu Raumtemperaturen um reine Wärmedurchschläge handelt.

In einer früheren Arbeit[2]) war festgestellt worden, daß es Kondensatorpapiere mit sehr verschiedener Temperaturabhängigkeit der Verluste gibt. Nachfolgend soll untersucht werden, ob diese beobachtete Temperaturabhängigkeit der Verluste in Beziehung zu der Temperaturabhängigkeit der Durchschlagfestigkeit bei Wechselspannungsbeanspruchung steht. Diese Absicht allein schon setzt die in Erwägung gezogene Möglichkeit voraus, daß der Wärmemechanismus beim Durchschlag hier eine maßgebende Rolle spielt. Daß dies wirklich der Fall ist, wird später nachgewiesen werden.

Die Versuche wurden wieder mit den aus dem ersten Teil der Arbeit bekannten Objekten, also mit technischen Kondensatoren, durchgeführt. Zwei Gründe waren hierfür maßgebend: Einmal waren es die bereits früher erwähnten Bedenken, daß durch Einbringen einzelner Papierblätter zwischen die Elektroden unkontrollierbare Fehler durch Feuchtigkeitsaufnahme entstehen könnten, die auch hier wieder alle sonst eindeutigen Versuchsanordnungen illusorisch machen würden. Zweitens erschien es nicht notwendig, auf solche Elektroden besonderen Wert zu legen, die Randeffekte vermeiden; denn man hat es mit einem völlig inhomogenen festen Dielektrikum zu tun, das außerdem mit flüssigen bzw. plastischen Zusatzstoffen durchsetzt ist. Sogenannte „schwache Stellen", bedingt entweder durch wirkliche mechanische Schäden im Papier oder besonders starke Feldverzerrungen infolge der faserigen Struktur des Stoffes, sind so zahlreich vorhanden, daß eine Feldhomogenität überhaupt nicht zu erwarten ist.

Versuchsanordnung.

Die Preßformen mit den Wickeln befanden sich während der Untersuchung im Imprägnierbad, das elektrisch geheizt wurde. Die Temperatur wurde durch ein in einen Wickel eingebautes Thermoelement gemessen und zur Kontrolle parallel dazu im Imprägniermittel durch Quecksilberthermometer. Die Spannung wurde einem Transformator entnommen, der primärseitig durch einen Drehregler geregelt werden konnte. Bei der Untersuchung eines Wärmeeinflusses muß dem Dielektrikum Zeit gelassen werden, die unter dem Spannungseinfluß erzeugte Verlustwärme möglichst gleichmäßig anzunehmen. Gewählt wurde deshalb eine Steigerungsgeschwindigkeit von rd. 13,6 V/s, beginnend mit einem Anfangswert von 82 V. Die Steigerung erfolgte stetig.

Durchschlagversuche an ölimprägnierten Zellulosepapieren.

Von den Ergebnissen wird nur Abb. 1 wiedergegeben, welche die Versuche an Natronpapier enthält. Grundsätzlich geben die Untersuchungen an Sulfitpapieren dasselbe Bild.

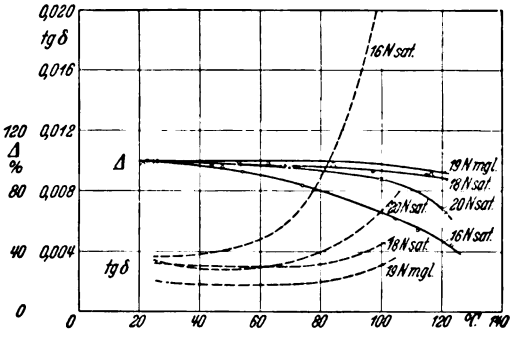


Abb. 1. Korrespondierender Verlauf der Durchschlagfestigkeit Δ in Prozent und der Verluste mit der Temperatur bei Natronpapier mit Öltränkung.

Die Ordinate stellt die prozentuale Abhängigkeit der Durchschlagfestigkeit von der Temperatur dar, wobei zur besseren Kenntlichmachung des unterschiedlichen Verhaltens artgleicher Papiere verschiedener Herkunft die bei Raumtemperatur (20 bis 25 ° C) vorhandene Festigkeit der einzelnen Papierarten jeweils mit 100 % angenommen wurde. Als unterbrochene Kurvenzüge eingezeichnet sind ferner die tg δ-Kurven der entsprechenden ölimprägnierten Papiere, soweit sie voneinander charakteristisch abweichenden Verlauf hatten. Ausgezogene und gestrichelte Kurven gleicher Nummern gehören also zu gleichen Papiermustern. Dabei sei noch einmal daran erinnert, daß die tg δ-Kurven, abgesehen von der Verlusthöhe, identisch sind mit den entsprechenden Kurven der unimprägnierten Papiere.

Eindeutig ist zu erkennen, daß die Papiere, die einen frühzeitigen Verlustanstieg aufweisen, auch einen frühzeitigen Festigkeitsabfall mit zunehmender Temperatur haben (vgl. z. B. die tg δ- und Δ-Kurven des Musters *16* einerseits mit denen des Musters *18* anderseits). Also auch hier ist wieder der Papieranteil des Dielektrikums maßgebend für das elektrische Verhalten, in diesem Falle für die Temperaturabhängigkeit der Durchschlagfestigkeit.

*) Mitteilung aus dem Forschungslaboratorium der EAG Hydrawerk, Berlin.

[1]) Auszug aus der von der T. H. Braunschweig genehmigten Dissertation: Über den Einfluß des Papieranteils mehrfach geschichteter Papierkondensatoren auf deren dielektrisches Verhalten.

[2]) ETZ 56 (1935) S. 371.

Digitized by Google

Durchschlagversuche an mit Öl-Harz-Gemisch imprägnierten Zellulosepapieren.

Imprägniert wurde mit dem bekannten Gemisch aus 3 Teilen Öl und 1 Teil Kolophonium, mit der Gemischsäurezahl 41,9. Absichtlich wurde die Masse gewählt, die bei den früheren Untersuchungen (Abb. 7 bis 9 der früheren Arbeit) die stärkste Temperaturabhängigkeit der Verluste ergeben hatte (a-Kurven), um möglichst eindeutige Verhältnisse zu bekommen.

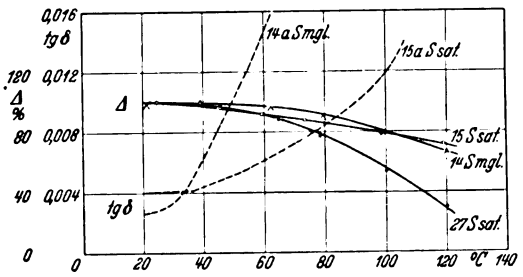


Abb. 2. Abweichender Verlauf der Durchschlagfestigkeit und Verluste mit der Temperatur bei Sulfitpapier und Öl-Harz-Gemisch-Tränkung.

Nach den im vorhergehenden Absatz gefundenen einander entsprechenden Abhängigkeiten der Verluste und Festigkeitswerte von der Temperatur bei ölimprägnierten Papieren sollte man auch bei Öl-Harz-Gemisch-Imprägnierung, insbesondere bei maschinenglatten Sulfit- und Natronpapieren, einen sehr schnellen Festigkeitsabfall erwarten, da diese Papiere mit dieser Imprägnierung eine äußerst starke Temperaturabhängigkeit der Verluste aufweisen. Abb. 2 zeigt aber, daß von der Abhängigkeit der Verluste (gestrichelte Kurven) auf die Festigkeit in diesem Falle durchaus nicht Rückschlüsse in gleichem Maße wie vorher zulässig sind (für Natronpapier ergibt sich sinngemäß dasselbe Bild). Wohl ist der bei ölimprägnierten Papieren fast temperaturunabhängige Teil der Festigkeitskurve bei den mit Öl-Harz-Gemisch imprägnierten Wickeln teilweise etwas geneigt, jedoch bei weitem nicht in dem Maße, wie man es im Hinblick auf die starke Temperatur-Verlust-Abhängigkeit bei gleicher Imprägnierung erwarten sollte. Dies Ergebnis ist zunächst um so überraschender, als es sich nach den späteren Untersuchungen um reine Wärmedurchschläge handelt. Man sollte deshalb erwarten, daß allein die absolute Verlusthöhe für den Durchschlag maßgebend ist, sofern sie die für das „Durchbrennen" notwendige Temperatur an der Durchschlagstelle zu erzeugen vermag.

Wie ist nun dieser scheinbare Widerspruch zu erklären? Bei der Erörterung der Verlustarten bei Öl-Harz-Gemisch-Imprägnierung war schließlich gefolgert worden, daß es sich bei der Verluststeigerung nicht um eine chemische Veränderung der Zellulosefaser handelte, sondern im wesentlichen um Wagnersche Verluste, die durch Trennschichtenladung herbeigeführt werden, während die Komponenten Faser und Zusatzstoff unverändert nebeneinander bestehen bleiben. Dies läßt den Schluß zu, daß sich zwei Verlustquellen überlagern, einmal die Verluste der Zellulosefaser selbst und zum anderen die der Kombination Faser—Zusatzstoff. Bei Öl als Zusatz kamen die Faserverluste maßgebend zur Geltung, d. h. sie bestritten bis zu hohen Temperaturen überwiegend allein die Verlusthöhe. Bei Öl-Harz-Gemisch als Zusatz überwiegen mit zunehmender Temperatur wesentlich die Verluste der Kombination Faser—Zusatzstoff und verschleiern vollständig den eigentlichen Verlustcharakter des Papieranteils. Bezüglich der Durchschlagwerte ist nun offenbar nicht die absolute Höhe der Verluste allein maßgebend, sondern auch ihr Entstehungsort. Es wird mit anderen Worten auch bei Öl-Harz-Gemisch-Tränkung darauf ankommen, wie die Verlustabhängigkeit von der Temperatur der reinen Papierfaser verläuft. Man kommt also auch hier wieder zu dem Ergebnis, daß der Temperatur-Verlust-Charakter des unimprägnierten Papiers auf die Durchschlagfestigkeit ausschlaggebenden Einfluß ausübt, selbst wenn ungeeignete Tränkstoffe den Verlustverlauf mit der Temperatur weitgehend, und zwar im ungünstigsten Sinne verändert haben.

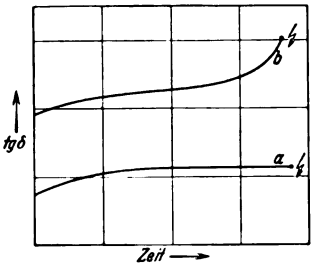
Eine Einschränkung dieser Feststellung bedeutet es nicht, daß sich wahrscheinlich bei sehr steilem Verlustanstieg (*14 a*, Abb. 2) und langsamerer Spannungsteigerung die Festigkeits-Temperatur-Kurve noch mehr neigt und das Labilwerden des Wärmegleichgewichtes früher eintritt. In welchem Maße dies geschieht, hängt letzten Endes aber immer nur von der Verlustkennlinie des reinen, d. h. unimprägnierten Papieres ab.

Die Durchschlagsart.

Im Anschluß an die Durchschlag-Temperatur-Versuche folgen ergänzende Untersuchungen, die über den Charakter des Durchschlags Aufschluß geben sollen. Die Versuche sind in enger Anlehnung an die Arbeit von Halbach[2]) durchgeführt, deren Grundgedanke kurz folgender ist: Erkennung der Durchschlagart aus dem zeitlichen Verlauf des Verlustwinkels vor dem Durchschlag. Gleichfalls auf der Grundlage von Halbach aufbauend, soll auch hier der wärmeelektrische Durchschlag außer acht gelassen und nur unterschieden werden zwischen

1. dem Wärmedurchschlag und
2. dem rein elektrischen Durchschlag.

Die Verhältnisse werden anschaulich durch die beiden der Arbeit von Halbach entnommenen kennzeichnenden Kurven, die den zeitlichen Verlauf des Verlustwinkels bis zum Durchschlag zeigen (Abb. 3). Ohne Veränderung des



a rein elektrischer Durchschlag
b reiner Wärmedurchschlag (nach Halbach)

Abb. 3. Kennzeichnender Verlauf des tg δ als Funktion der Zeit bis zum Durchschlag.

nach einiger Zeit konstant gewordenen Verlustwinkels erfolgt im Fall *a* plötzlich der Durchschlag. Hier handelt es sich um ein unmittelbares, rein elektrisch bedingtes Zusammenbrechen des molekularen Gefüges. Im Fall *b* erkennt man, daß nach Überwindung des ersten Anstieges eine Neigung zur zeitlichen Verlustwinkelkonstanz (Wärmegleichgewicht) eintritt, die aber nicht mehr zustandekommt. Es tritt vielmehr eine völlige Labilität der korrespondierenden Zustände: Verlust — Wärme ein, die das „Durchschmelzen" oder „Durchbrennen" des Dielektrikums, d. h. den Wärmedurchschlag, herbeiführt.

Die Verluste werden sich also auf die Verfolgung des Verlustwinkels in der Nähe der Durchschlagspannung bis zum Augenblick des Durchschlages zu erstrecken haben.

Durchführung der Versuche.

Die Verlustmessung wurde mit der Schering-Brücke vorgenommen. Da die Durchschlagspannung der verschiedenen Versuchstücke von den vorausgegangenen Versuchen bekannt war, konnten die Verlustmessungen bereits in der Nähe dieser Werte begonnen werden. Nach dem Vorbild von Halbach erfolgte die Spannungsteigerung um kleine Werte, d. h. um jedesmal 40 V, nachdem der Verlustwinkel keine Veränderung mehr zeigte. Das Konstantwerden, d. h. die Einstellung des Gleichgewichtes zwischen erzeugter und abgeführter Wärme, dauerte durchschnittlich 20 min. In dieser Weise wurde die Spannung gesteigert, bis ein dauerndes Wachsen der Verluste das Eintreten des Durchschlages ankündigte. Die Messung erfolgte dann in kurzen Zeitabständen bis zum Durchschlag.

Versuchsergebnisse.

Die Meßergebnisse sind der Kürze wegen nur in Abb. 4 wiedergegeben, da sich keine grundsätzlichen Unterschiede zeigten. Eingezeichnet ist der Verlauf des Verlustwinkels bei der Spannung, die zum Durchschlag führte. Fortgelassen sind die zeitlich konstant verlaufenden Verluste, da sie in diesem Zusammenhang bedeutungslos sind und teilweise sehr lange Abszissenabschnitte in Anspruch nehmen. Der Einheitlichkeit wegen ist die Zeit dann von Beginn der letzten Spannungsteigerung gerechnet worden.

Bei Durchsicht der gesamten Ergebnisse erkennt man, daß es sich in allen Fällen um reine Wärmedurchschläge

[2]) Halbach, Arch. Elektrotechn. 21 (1929) S. 535.

Digitized by Google

handelt. Nach anfänglich kurzem Anstieg durchläuft der Verlustwinkel im allgemeinen einen längeren, teilweise sehr langsam ansteigenden Kurvenzug, um dann in den labilen Anstieg überzugehen, der zum Durchschlag führt.

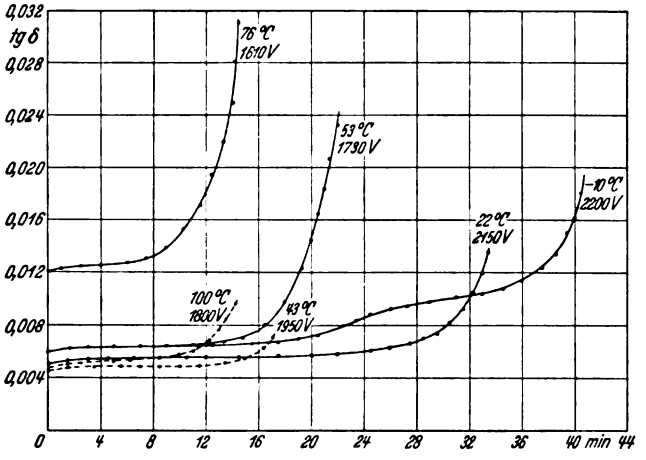


Abb. 4. tg δ-Verlauf im Durchschlaggebiet ölgetränkter Sulfitpapiere mit starker (———) und geringer (– – –) Verlustabhängigkeit von der Temperatur.

Kurz vor dem Durchschlag erfolgt der Verlustanstieg derart schnell, daß eine genaue Brückeneinstellung kaum noch möglich ist. Halbach stellt an seiner Hartpapierprobe Wärmedurchschlag bis zur Raumtemperatur fest. Bei den untersuchten Stoffen wurde auch bei —10 ° C noch ein reiner Wärmedurchschlag beobachtet (s. Abb. 4). Auch die Stoffe mit Öl-Harz-Gemisch-Tränkung zeitigten kein anderes Ergebnis als ebenfalls den Wärmedurchschlag, da die in diesem viel weniger viskosen Tränkmittel eintretenden Wärmestauungen den Wärmedurchschlag begünstigen.

Die Versuche haben zusammenfassend ergeben, daß bei allen Papiermustern Wärmedurchschläge den Zusammenbruch des Stoffes verursachen. Diese Durchschlagart wird in dem ganzen untersuchten Temperaturbereich von — 10 ° bis + 110 ° C beobachtet, und zwar unabhängig von dem verwendeten Tränkmittel Öl oder Öl-Harz-Gemisch.

Bei Papieren mit starker Verlustabhängigkeit von der Temperatur liegen die Verluste beim Durchschlag höher (ausgezogene Kurven) als bei solchen mit geringer Verlustabhängigkeit (gestrichelte Kurven). Zurückgeführt wird dies auf etwa gleiche Temperatur in beiden Fällen an der Durchschlagstelle, deren entsprechende Verlustwerte gemäß den verschiedenen Verlust-Temperatur-Kennlinien verschieden sein müssen.

Anderseits drängt diese Tendenz zu der Folgerung, daß rein elektrische Durchschläge nur an Papieren auftreten werden, deren Verluste bis zu der Temperatur, die den Stoff zum Durchbrennen bringt, temperaturunabhängig sind. So lange dies nicht der Fall ist, besteht die Möglichkeit, daß sich das Dielektrikum durch gegenseitige Verlust-Temperatur-Steigerung bis zum Durchbruch erhitzt. Diese Erhitzung eines „schwachen" Punktes kann in dem an und für sich inhomogenen Stoff Papier derart örtlich begrenzt sein, daß selbst eine verhältnismäßig niedrige Gesamttemperatur ohne Einfluß bleibt. Dadurch wird der Wärmedurchschlag auch bei tiefen Temperaturen ohne weiteres verständlich.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Schweiz bis zum Berichtsjahr 1933.

(Schluß von S. 510.)

3. Anschlußwerte.

Der Anschlußwert aller Elektrizitätswerke der öffentlichen Versorgung betrug Ende 1933:

an Motoren	910 000 kW	mit	335 000	Anschlüssen
Licht	520 000 „	„	13 200 000	„
Wärmegeräten	1 360 000 „	„	1 450 000	„ .

Hierzu treten noch rd. 400 000 kW Großabnehmer, 130 000 kW Bahnen, so daß der gesamte Anschlußwert rd. 3 300 000 kW betrug. Auf den Kopf entfielen also folgende Anschlußwerte:

an Motoren	225 W
Lampen	128 „
Wärmegeräte	335 „.

Bahnen und Großabnehmer blieben dabei unberücksichtigt.

4. Erzeugung und Verbrauch.

Über Erzeugung und Verbrauch an elektrischer Arbeit geben die alljährlich veröffentlichten Berichte des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft Auskunft[5]). Dieses im Oktober 1930 ins Leben gerufene Amt befaßt sich mit der Behandlung von Fragen der Stromausfuhr und der Beurteilung wichtigerer Leitungsprojekte von der elektrizitätswirtschaftlichen Seite aus. Unter Mitarbeit des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke führt es eine fortlaufende Erzeugungsstatistik.

In dieser Statistik werden zwei Hauptgruppen von Elektrizitätswerken unterschieden, die Werke der allgemeinen Elektrizitätsversorgung als erste und die Bahn- und Industriewerke als zweite Gruppe. Erstere umfaßt zwar nur die Werke mit einer Leistung von mehr als 300 kW, kann aber gleichwohl als vollständige Statistik aller Werke der öffentlichen Versorgung angesehen werden, da die jährliche Erzeugung der nicht berücksichtigten Werke nur etwa 0,5 % der Gesamterzeugung beträgt.

Zahlentafel 4 gibt einen Überblick über die Stromerzeugung der Elektrizitätswerke der allgemeinen Versorgung und deren Verwendung für die letzten sechs

Zahlentafel 4. Erzeugung der Elektrizitätswerke der öffentlichen Hand.

Hydrographisches Jahr (1. Okt. ··· 30. Sept.)	32/33	31/32	30/31	29/30	28/29	27/28
	in 10^6 kWh					
1. Erzeugung in Wasserkraftwerken	3738	3567	3669	3511	3567	3381
2. Erzeugung in thermischen Kraftwerken	7	11	5	11	9	2
3. Bezug von Bahn- u. Industriewerken . .	68	76	105	129	174	192
4. Einfuhr	4	11	8	31	17	14
5. insgesamt	3817	3665	3787	3682	3767	3589
6. Davon Ausfuhr. . .	977	926	1012	897	1044	1019
7. Eigenverbrauch der Werke für Antrieb von Speicherpumpen	57	65	32	78	82	70
8. bleibt für Inlandabgabe	2783	2674	2743	2707	2641	2500

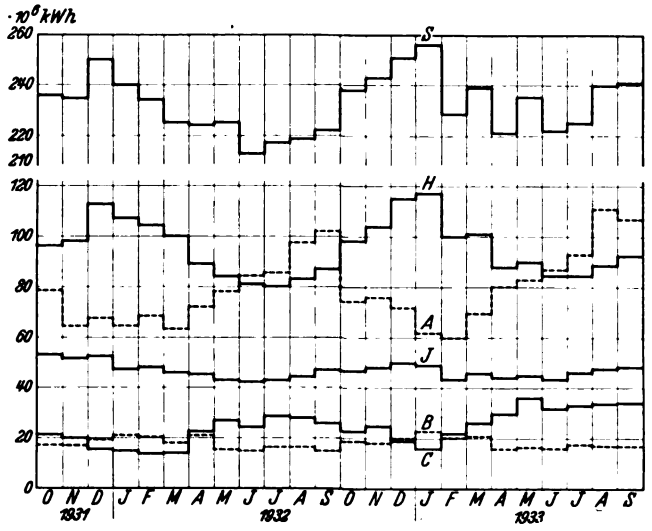
Jahresabschnitte 1927/28 bis 1932/33. Man sieht, daß die jährliche Gesamterzeugung wie auch der Inlandbedarf und die Stromausfuhr in dieser Zeit sich ungefähr gleichgeblieben ist. Die gesamte Stromabgabe dieser Werke einschließlich Bezug aus Bahn- und Industriewerken und der Stromausfuhr betrug 1932/33 $3817 \cdot 10^6$ kWh. Sie war damit um 4,1 % größer als im vorhergehenden Jahr, übertrifft aber nur unerheblich die Abgabe vor 4 Jahren, 1928/29, trotzdem seit dieser Zeit eine Reihe neuer Kraftwerke, z. T. bedeutender Leistung, in Betrieb gekommen sind. In dem vierjährigen Zeitabschnitt, der der beginnenden Wirtschaftskrise voraufging, also von 1924/25 bis 1928/29, stieg aber die Gesamterzeugung sehr erheblich, nämlich um rd. 1 Mrd kWh, nachdem sie bereits in den vier Jahren vor diesem Zeitraum um fast ebensoviel zugenommen hatte.

Die gesamte Inlandabgabe hat gegenüber dem Vorjahr um $109 \cdot 10^6$ kWh, also um etwas mehr als 4 %, zugenommen und damit die entsprechende Zahl für 1930/31 wieder erreicht. Der Wiederanstieg des Gesamtbezugs ist zum guten Teil der Steigerung des Verbrauchs in der Gruppe „Haushaltungen, Landwirtschaft und Gewerbe" zu verdanken, wobei gleichzeitig die rückläufige Bewegung des Industriebezugs annähernd zum Stillstand kam. Bei einem guten Teil des Strommehrverbrauchs

5) Bericht des Bundesrates über seine Geschäftsführung im Jahre 1933, Post- und Eisenbahndepartement, Amt für Elektrizitätswirtschaft.

Digitized by Google

handelt es sich allerdings um Abgaben für Wärmezwecke (Elektrokessel) mit entsprechend niedrigen kWh-Preisen. Der Mehrverbrauch der elektrochemischen-metallurgischen und -thermischen Großindustrie betrug $70 \cdot 10^6$ kWh. Es handelt sich aber auch hier um vermehrte Abgabe überschüssiger Arbeit zu Sonderpreisen. Die Lieferung an die Bahnbetriebe stieg, wie im vorhergehenden Jahr, wieder um ein weniges.



A Ausfuhr
B Bahnen
C chemische und metallurgische Großbetriebe
J allgemeine Industrie
H Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft
S Inlandverbrauch (einschl. Speicherpumpen-Energie und Verluste)

Abb. 2. Verlauf der monatlichen Stromabgabe der Werke öffentlicher Elektrizitätsversorgung.

Die Stromausfuhr ist seit einer Reihe von Jahren mit ungefähr 1 Mrd kWh jährlich ziemlich konstant. Die Schwankungen von Jahr zu Jahr rühren z. T. von den verschieden großen Winterenergievorräten her. 1932/33 hätte allerdings eine größere Ausfuhr stattfinden können.

Aus Abb. 2 ist der Verlauf der monatlichen Stromabgabe der Elektrizitätswerke der öffentlichen Stromversorgung für die Jahre 1932 und 1933 wiedergegeben und zwar einmal für den gesamten Inlandverbrauch (Kurve *S*), inbegriffen die Verluste und der Verbrauch der Kraftwerke für den Betrieb von Speicherpumpen, und ferner für die einzelnen Verbrauchergruppen (Kurven *B*, *C*, *J*, *H*), sowie die Ausfuhr (Kurve *A*). Wie aus der Abb. 2 zu ersehen ist, erreicht der monatliche Verbrauch der Ausfuhr und für Elektrochemie und -metallurgie die Höchstwerte im Sommer zur Zeit der reichlichen Wasserführung der Gewässer. Umgekehrt weist die Haushaltgruppe eine starke Zunahme des Verbrauches im Winter auf. Der Industrieverbrauch sowie die Kurve für Bahnstrom haben keine ausgesprochenen Maxima.

Bezogen auf die Gesamtabgabe der Werke für die öffentliche Elektrizitätsversorgung entfallen auf die einzelnen Abnehmerarten im Berichtsjahr sowie im vorhergehenden Jahr folgende Anteile:

	1931/32	1932/33
Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft .	36,5 %	35,8 %
Industrie (einschl. Chemie, Metallurgie)	26,6 „	27,4 „
Bahnen	6,9 „	6,8 „
Stromausfuhr	30,0 „	30,0 „

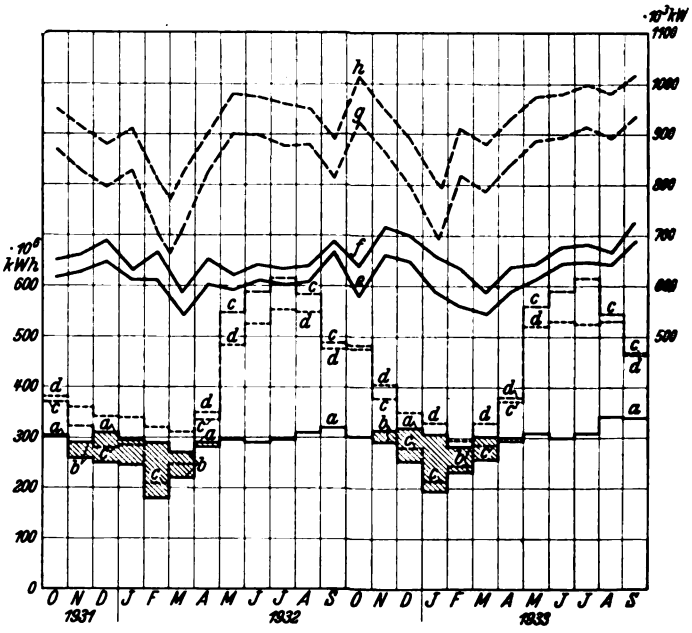
Der Verbrauch der Gruppe „Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft" überschreitet also denjenigen der Industrie nicht unwesentlich. Die entsprechenden Anteile an der Gesamterzeugung aller Werke der Schweiz werden weiter unten angegeben.

Abb. 3 gibt die monatliche hydraulische Erzeugung der Werke für Allgemeinversorgung wieder (Kurve *a*), wobei die schraffierten Flächen der aus Speicherwasser erzeugten Arbeit entsprechen. Zum Vergleich sind die Kurven der möglichen hydraulischen Erzeugung und zwar nach Maßgabe der im Berichtsjahr vorhanden gewesenen natürlichen Wasserführung (Kurve *c*) und unter Berücksichtigung der Vermehrung durch die Wasserentnahme aus Speichern im Winter und die Verminderung durch die Wiederauffüllung der Becken im Sommer möglichen hydraulischen Erzeugung eingezeichnet (Kurve *d*). Die Erzeugungsmöglichkeit ohne Speicherung war in dem trockenen Winter der Jahre 1931/32 besonders gering. Im Winter 1932/33 stieg sie um 11 % auf $1885 \cdot 10^6$ kWh wegen der Inbetriebnahme neuer Werke und der günstigeren Wasserführung der Gewässer. Die gesamte Erzeugungsmöglichkeit betrug 1932/33 unter ausschließlicher Berücksichtigung der natürlichen Zuflüsse $5047 \cdot 10^6$ kWh (im Jahr vorher $4847 \cdot 10^6$ kWh), dagegen unter Einbezug der Speicherung $5135 \cdot 10^6$ kWh (im Vorjahr $4988 \cdot 10^6$ kWh). Aufs ganze Jahr bezogen, trat gegenüber dem Vorjahr also eine Zunahme der Erzeugungsmöglichkeit um nur 3 % ein. Die Speicherbecken waren im Herbst 1932 nahezu gefüllt. Wegen der relativ reichlichen Wasserführung der Gewässer im vergangenen Winter und auch infolge geringerer Nachfrage nach Strom wurde ihr Wasservorrat nicht so weitgehend beansprucht, wie im besonders trockenen Winter 1932. Im Frühjahr 1933 blieb daher am Tage des geringsten Vorrates eine Reserve von 37 % der maximalen Energiemenge zu Winteranfang zurück, gegen 15 und 44 % in den vorhergehenden Jahren 1932 und 1931.

Die Ausnutzung der Wasserkräfte, d. h. das Verhältnis der wirklichen Erzeugung zur Erzeugungsmöglichkeit mit Speicherung betrug in den letzten sieben Jahren

1926/27	1927/28	1928/29	1929/30	1930/31	1931/32	1932/33
73,5	81	82,5	79,5	71	71,5	72,5%

Die in Abb. 3 noch eingetragenen weiteren Kurven stellen die im Berichtsjahr wirklich eingetretenen und die möglichen, d. h. verfügbar gewesenen Höchstleistungen dar, die an dem jeweils der Monatsmitte nächsten Mittwoch festgestellt wurden. Hierbei bezieht sich die obere Kurve der wirklichen Maximalleistungen auf die Summe



a wirkliche hydraulische Erzeugung
b hiervon aus Speicherwasser
c mögliche hydraulische Erzeugung aus natürlichen Zuflüssen
d desgl., unter Berücksichtigung der Speicherung

Oben: Höchstleistungen an dem der Monatsmitte nächsten Mittwoch.

e wirkliche Höchstleistungen der Gesamtbelastung aller Unternehmungen
f Summe der wirklichen Höchstleistungen der einzelnen Unternehmungen
g mögliche Höchstleistungen aus Wasserkraftwerken
h insgesamt verfügbar gewesene Höchstleistungen

Abb. 3. Verlauf der monatlichen hydraulischen Stromerzeugung und Höchstleistung der Werke öffentlicher Elektrizitätsversorgung.

der (nicht gleichzeitig aufgetretenen) Höchstleistungen der einzelnen Unternehmungen (Kurve *f*), die zweite Kurve *e* auf die Maximalleistungen der Gesamtbelastungen aller Unternehmungen zusammengenommen. Es ist interessant, festzustellen, daß die beiden Kurven einander ziemlich nahekommen, was besagen will, daß der Zusammenschluß der schweizerischen Werke der öffentlichen Stromversorgung schon sehr weitgehend wirksam

Digitized by Google

ist und ein weiterer Ausbau der Verbindungsleitungen keine großen Ersparnisse mehr an Spitzenleistungen erwarten läßt. Die größte Leistung der Summenbelastung aller Werke trat, wie Kurve *e* zeigt, im September 1933 mit 685 000 kW ein. Bezogen auf die gesamte Stromabgabe des Berichtsjahres betrug also die ideelle Benutzungsdauer der Abgabe 5570 h. Von den Kurven *g* und *h*, die sich auf die möglich gewesenen Leistungen an den Tagen der Ermittlung der tatsächlich erreichten Höchstleistungen nach den Kurven *e* und *f* beziehen, bedeutet die untere die möglichen Maximalleistungen in Wasserkraftwerken. Sie sind gleich der Summe der an dem betreffenden Tag möglichen mittleren 24stündigen Leistungen der Laufwerke auf Grund der tatsächlichen Wasserführung zuzüglich der Leistungen der Speicherwerke bei voller Leistungsbeanspruchung. Die Leistung der vier reinen Winterwerke ist dabei von Mai bis September nicht berücksichtigt. Zu der oberen Kurve *h* gelangt man durch Hinzuzählen der Höchstleistungen des wirklichen Bezugs für die Allgemeinversorgung aus Kraftwerken im Besitze von Bahnverwaltungen oder der Industrie, der Stromeinfuhr und der gesamten installierten Leistung der thermischen Reserveanlagen. Letztere betrug im Berichtsjahr rd. 96 000 kW.

Was die Verteilung der Erzeugung der Werke der öffentlichen Versorgung auf die einzelnen Arten Unternehmungen anbetrifft, ist hervorzuheben, daß die Werke, die sich im Besitze der öffentlichen Hand befinden, beispielsweise 1931/32 2,2 Mrd kWh erzeugen, wovon 1,9 Mrd auf Belieferung des Inlandes entfielen. Drei Viertel der Bevölkerung der Schweiz wurden durch ganz oder teilweise dem Staate oder Gemeinden gehörende Werke mit Strom versorgt. Private Werke waren mit nur 14 % an der Inlandversorgung beteiligt, weisen aber ein Drittel der Gesamterzeugung auf, da sie 64 % des Ausfuhrstromes erzeugten.

Die gesamte Erzeugung aller Elektrizitätswerke mit über 300 kW Kraftwerksleistungen ist in Zahlentafel 5 zusammengestellt. Zu der Erzeugung der Werke für öffentliche Versorgung (nach Zahlentafel 4) tritt diejenige der Bahnkraftwerke (Schweiz. Bundesbahnen und einige Privatbahnen) und die Stromerzeugung der Industrie mit eigenen Kraftwerken. Die Gesamterzeugung betrug im Berichtsjahr $4938 \cdot 10^6$ kWh einschließlich Einfuhr gegen $4801 \cdot 10^6$ und $5057 \cdot 10^6$ kWh 1931/32 und 1930/31.

Auf den Kopf der Bevölkerung betrug im Berichtsjahr die Stromerzeugung der Werke für die öffentliche Versorgung rd. 940 kWh, der gesamte Inlandbedarf, soweit er aus diesen Werken gedeckt wurde, 690 kWh. Die Jahreserzeugung bzw. der Verbrauch je Kopf der Bevölkerung hat sich in den letzten 15 Jahren fast verdoppelt. Seit 1929 ist dieser jedoch ungefähr gleich geblieben. Mit Einschluß der Erzeugung aus Bahn- und Industriewerken, also unter Berücksichtigung der Gesamterzeugung aller Werke ergeben sich für das Berichtsjahr 1220 kWh je Kopf.

Zahlentafel 5. Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Arbeit in der Schweiz.

Hydrographisches Jahr (1. Okt. ··· 30. Sept.)	öffentliche Elektr.-Versorgung 1932/33	Bahn- und Industrie-Kraftwerke 1932/33	Insgesamt 1932/33	Insgesamt 1931/32
	in 10^6 kWh			
1. Erzeugung in Wasserkraftwerken	3738	1169	4907	4760
2. Erzeugung in thermischen Kraftwerken	7	20	27	30
3. Bezug von Bahn- und Industriewerken	68	—	—	—
4. Einfuhr	4	—	4	11
5. insgesamt	3817	1189	4938	4801
6. Davon Ausfuhr	977	—	977	926
7. Eigenverbrauch der Werke für Antrieb von Speicherpumpen	57	1	58	66
8. bleibt für Inlandabgabe	2783	1188	3903	3809
9. Verbrauch in Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft	1165	11	1176	1139
10. Industrie allgemein	560	121	681	670
11. Elektrochem. und metallurgische Industrie	330	550	880	832
12. Bahnbetriebe, schweiz. Bundesbahnen	68	351	419	414
dgl. übrige	154	12	166	165
13. Verluste in Verteilanlagen	506	75	581	589
14. Abgabe von Bahn- und Industriewerken für Allgemeinversorgung	—	68	—	—

Die Gesamtjahreseinnahmen der Werke für öffentliche Stromversorgung betrugen im Berichtsjahr 1932/33 nach Schätzungen rd. $200 \cdot 10^6$ RM, so daß bei einer Gesamterzeugung von $3{,}82 \cdot 10^9$ kWh rd. 5,25 Rpf auf die kWh ab Hochspannungsnetz entfallen. Diese Einnahmen dienten zur Deckung der verschiedenen Ausgaben ungefähr in folgendem Verhältnis:

34 % für Verwaltung, Betrieb und Unterhalt
5 „ „ Steuern und Wasserzins
27 „ „ Abschreibungen, Erneuerungen usw.
20 „ „ Zinsen und Dividenden
14 „ „ Abgaben an öffentliche Kassen usw.

In Prozent der Anlagekosten ausgedrückt, erreichten die Gesamteinnahmen ungefähr 14,5 %, die Aufwendungen für den Kapitaldienst etwa 9,5 %. Die Anlageschulden, also das noch nicht abgeschriebene Kapital, wurde im Mittel mit einem zwischen 5,5 und 6 % liegenden Betrag verzinst.

Zch.

Das staatliche Kraftwerk Sillre in Schweden.

Um bei Wasserkraftwerken einen besseren Ausgleich zwischen anfallender Energie und Strombedarf zu erzielen, wurden seit jeher verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen und angewendet. Akkumulatoren als Speicher sind nicht immer anwendbar, so daß man, wenn es die Verhältnisse erlauben, Wasserspeicher vorsieht, die den Dampfspeichern bei Wärmekraftwerken entsprechen. Die Wasserbereitstellung kann sich über kürzere (Tag, Woche) oder eine längere Zeit erstrecken. In Schweden wird eine wesentliche Besserung in der Ausnutzung der verfügbaren Wasserkraft außerdem dadurch erreicht, daß Kraftwerke in verschiedenen Wasserstraßen miteinander gekuppelt werden. Bei der reichlichen Verbreitung der Binnenseen in Schweden, welche eine Wasserregelung ermöglichen, dürfte sich deshalb eine Aufspeicherung von Wasser durch Pumpenkraftwerke nur vereinzelt wirtschaftlich gestalten. Bei den besonders günstigen örtlichen Verhältnissen ist dagegen ein solches Kraftwerk bei Sillre in Nordschweden errichtet und im Jahre 1933 in Betrieb genommen worden[1]).

Das Kraftwerk befindet sich in einem Nebenfluß des Indalsälv-Flusses und nutzt ein Gefälle von insgesamt etwa 190 m zwischen dem Binnensee Oxsjön und dem genannten Flusse aus. Zwei andere geregelte 22 km² große Binnenseen im gleichen Niederschlaggebiet von insgesamt 220 km² liegen etwas höher als der Oxjön-See und sind mit diesem wasserseitig verbunden (Abb. 1). Die Seen haben steile Ufer mit Waldverkleidung und eignen sich besonders als Speicher unter einem mäßigen Kostenaufwand.

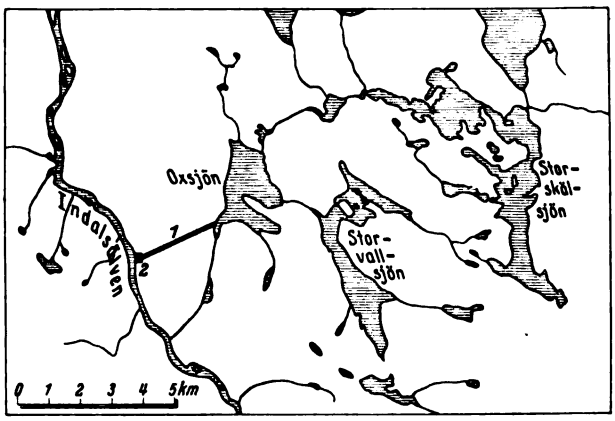
Die Ausdehnung des staatlichen elektrischen Verteilungsnetzes in dieser Gegend geht aus der Abb. 2 hervor. Hierzu sei bemerkt, daß das Kraftwerk Norrfors eine ausgebaute Maschinenleistung von etwa 23 000 kW hat, die aber nur dann ausgenutzt werden kann, wenn das größte Gefälle 39 m vorhanden ist. Dies trifft zu, wenn der Wasserstand unterhalb des Kraftwerkes niedrig ist und das Wasser oberhalb des Kraftwerkes bis zum Höchststand aufgestaut wird. Solche günstigen Bedingungen sind im Winterhalbjahr nach Beendigung des Holzflößens im Herbst vorhanden. Dagegen verringert sich das Gefälle bei Hochwasser im Sommerhalbjahr durch den erhöhten Wasserstand unterhalb des Kraftwerkes. Im Winter kann außerdem bei ungenügender Wassermenge Mangel an Kraft eintreten. Da ferner der Umeälv-Fluß, an dem das Kraftwerk Norrfors liegt, nicht geregelt ist, geht die Wasserführung an Sonn- und Feiertagen, an denen die Bela-

[1]) Statens Kraftstation vid Sillre, von J. Plass, Svenska Vattenkraftföreningens Publ. 253 1933, Bd. 24, S. 3. A. Eckwall, ERA Bd. 6, S. 40.

Digitized by Google

stung nur unbedeutend ist, dem Kraftwerk Norrfors fast verloren. Das neuerrichtete Kraftwerk Sillre, das als Pumpspeicherwerk gebaut wurde, ergänzt nun das Kraftwerk Norrfors.

Diese Zusatzanlage, die den zusätzlichen Strombedarf dem Ende der Übertragungsleitung zuführt, liefert sowohl an Werktagen, während der Höchstbelastungszeit, wobei die Verluste in der Fernleitung herabgesetzt werden, als auch bei Hochwasser, weil dann das Gefälle in Norrfors geringer wird, und schließlich auch im Winter, wenn die verfügbare Leistung durch Wassermangel zurückgeht.

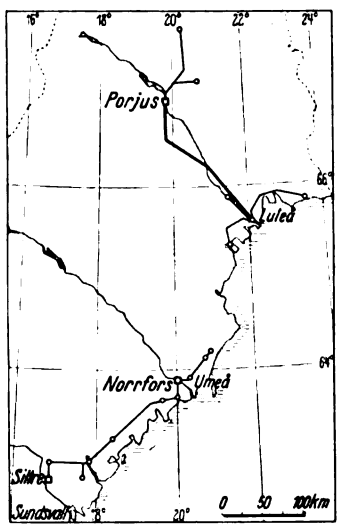


1 Tunnel und Rohrleitung *2* Kraftwerk

Abb. 1. Wassersystem bei Sillre.

Die normale Erzeugung des Kraftwerkes Sillre beträgt im Durchschnitt 20 Mill kWh im Jahr. Durch den Pumpenbetrieb sonntags mit Überschußenergie vom Kraftwerk Norrfors kann eine Wassermenge zurückgewonnen werden, die in der Belastungszeit der darauffolgenden Werktage einem Energiezuschuß von 5 Mill kWh entspricht. Dieser Zuschuß wird in das Verteilungsnetz der Norrforsanlage an einem Punkt eingesetzt, wo der überwiegende Absatz verteilt wird und wo gleichzeitig bei der erheblichen Entfernung von Norrfors die Übertragungsverluste am größten sind.

Das Gefälle bei Sillre wird in der Weise verwertet, daß der Austritt aus dem Oxsjönsee mit einem Stauwehr verschlossen ist, wodurch die Wasseroberfläche des Oxsjönsees zwischen + 210,5 und + 216 m ü. M., mithin um 5,5 m geregelt werden kann. Dementsprechend faßt der Speicher etwa 20 Mill m³ Wasser. Vom Oxsjönsee wird das Wasser durch einen Tunnel von 2 km Länge und 5 m² Querschnitt durch den Berg geführt und von der Böschung oberhalb des Dorfes Sillre durch eine Rohrleitung von 900 m Länge in starker Neigung dem Kraftwerk zugeführt. Die erste Teilstrecke der Rohrleitung (190 m) liegt frei, wogegen der Rest durch einen Bergtunnel führt und bis auf das letzte Stück von 90 m einbetoniert wurde. Das Kraftwerk befindet sich am Ufer des Indalsälvflusses. Am Eintritt verzweigt sich die Hauptrohrleitung in kleineren Rohrleitungen zu den drei Maschineneinheiten. In der ersten Ausbaustufe ist nur eine Einheit vorhanden, bestehend aus einer senkrechten Francisturbine mit 9330 PS Leistung bei 600 U/min, gekuppelt mit einem Drehstromgenerator von 7000 kVA bei 6,6 kV, 50 Hz zur Abgabe von 6000 kW bei 190 m Gefälle und etwa 4,1 m³/s Wasser. Diese Maschine ist mit einer an der Rohrleitung angeschlossenen Pumpe versehen. Je nach der verfügbaren Wasserkraft kann somit Wasser vom Indalsälvfluß in den Oxsjönsee gepumpt werden. Die Kapazität der Pumpe beträgt etwa 2,4 m³/s bei einer Förderhöhe von 190 m und bei einem Leistungsbedarf von rd. 6000 kW. Die geförderte Wassermenge entspricht somit rd. 60 % derjenigen Wassermenge, welche zur Erzeugung der entsprechenden Leistung in der Kraftanlage erforderlich ist. Generator, Turbine und Pumpe sind direkt gekuppelt (Abb. 3). Vom Kraftwerk führt ein kurzer Abflußkanal nach dem Indalsälvfluß. Die Hoch- bzw. Niederwasserflächen des Flusses wechseln zwischen + 18,50 und + 25,00. Das höchste Bruttogefälle liegt deshalb innerhalb 185,5 und 197,5 m je nach den Wasserständen im Oxsjön und im Flusse.



□ Kraftwerke ○ Umspannwerke

Abb. 2. Die staatlichen Kraftwerke in Nordschweden und Fernleitungen.

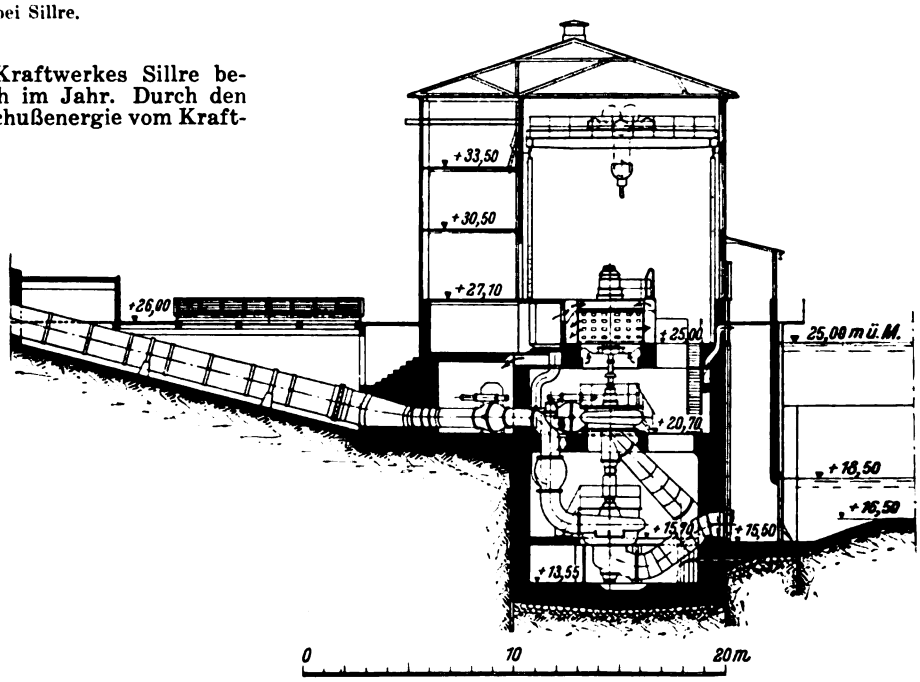


Abb. 3. Schnitt durch das Kraftwerk Sillre.

Nach dem Bauprogramm der Staatlichen Kraftwerke für den Zeitabschnitt 1936/45 sollen die Kraftwerke Porjus (etwa 350 km nördlich von Norrfors gelegen) und Norrfors gekuppelt werden. Es wird ferner vorgeschlagen, daß Kraftwerk Sillre bis zum Herbst 1937 mit einer zweiten Maschineneinheit zur Abgabe von 7500 kW Drehstrom zu versehen. Auch diese Einheit wird mit Pumpe ausgerüstet, damit in Zukunft sonntägliche Überschußenergie aus Porjus und Norrfors in Sillre für die Werktage gespeichert werden kann. *Hldn.*

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Zum mechanisch-akustischen Verhalten elektrischer Maschinen. — Die Ursache von Schallschwingungen sind, abgesehen von den durch mechanische Vorgänge hervorgerufenen Störungen, wie schlecht ausgewuchtete Läufer, Schlagen im Lager, Anstoßen der Kugeln im Kugellager, ungenügende Führung und Halterung der Bürsten, Herausragen einzelner Teile des Kommutators, die sich durch Maßnahmen bei der mechanischen Herstellung beseitigen lassen, die von den magnetischen Kräften zwischen Ständer und Läufer und die durch die

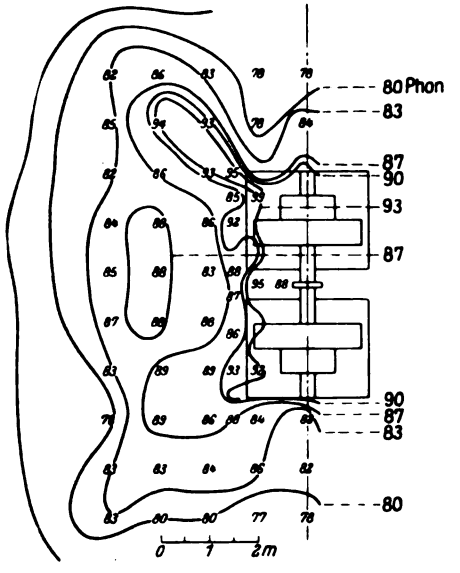


Abb. 1. Schallfeld zweier Motoren je 800 kW, 275 U/min bei Vollast.

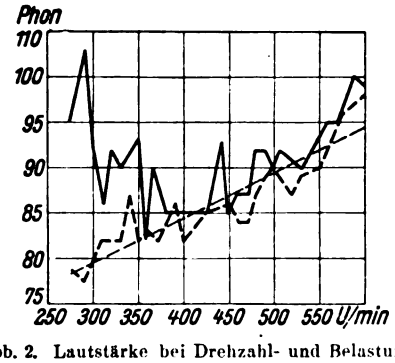


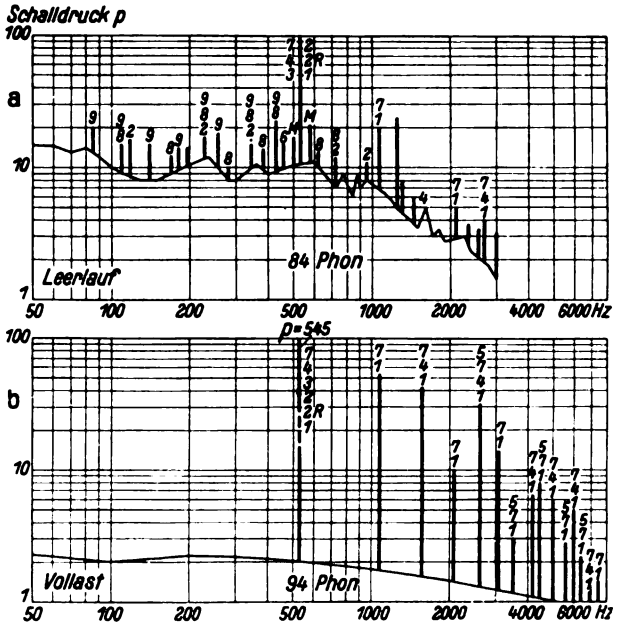
Abb. 2. Lautstärke bei Drehzahl- und Belastungsänderungen bei einem 800 kW-Motor.

Kühlluft hervorgerufenen Luftströmungen. Diese bedingen das Maschinengeräusch bei elektrischen Maschinen. Um es zu vermindern, muß man feststellen, welche Ursachen die einzelnen Geräuschanteile haben. Die Grundlage hierfür geben die akustisch-mechanischen Messungen an den elektrischen Maschinen. Um Anhaltspunkte für die Beurteilung des Maschinengeräusches zu gewinnen, ist es praktisch, folgende Bestimmungen vorzunehmen:

1. Ausmessung des Schallfeldes. 2. Die Bestimmung der von der Maschine abgegebenen Schalleistung. 3. Feststellung der mit der Drehzahl und der Belastung auftretenden Lautstärkeänderung. 4. Feststellung der Frequenzkomponenten durch Schallanalyse des Maschinengeräusches.

1. Ausmessung des Schallfeldes. Da uns hier nur die Schallstärke in ihrer physiologischen Wirksamkeit als Lautstärke interessiert, benutzt man am besten einen Universalgeräuschmesser, bei dem die Frequenzanteile nach den Kurven gleicher Lautstärke bewertet und die Einstellzeit des Ohres durch das Gerät nachgeahmt wird. An dem Zeigergerät liest man direkt die Lautstärke in Phon[1]) ab. Das Schallfeld zweier zusammengekuppelter Gleichstrommotoren von je 800 kW bei 275 U/min zeigt Abb. 1. Aus dem Verlauf der Kurven gleicher Lautstärke, den Isophonen, ersieht man, daß die Schallfelder beider Maschinen stark interferieren, daß also in dem Geräusch einzelne Frequenzen mit sehr großer Intensität vorhanden sind.

2. Bestimmung der von der Maschine abgegebenen Schalleistung. Aus dem Schallfeld ergibt sich die von der Maschine abgegebene äquivalente Schalleistung. Äquivalenz ist vorhanden zwischen der für das Geräusch physiologisch festgestellten Lautstärke in Phon und der gesetzmäßigen Beziehung zwischen der Lautstärke eines Tones von 1000 Hz und dem physikalisch wirksamen Schalldruck. Aus dem Verhältnis dieser äquivalenten Schalleistung zu der elektrischen Leistung der



1 Nutenfrequenz
2R radiale Ringschwingung
2 Ringschwingung
3 Luftraumresonanz
4 Schlitze im Läufer
5 Abstandhalter in den Schlitzen
6 Kompensationsstab
7 Luftstoßfrequenz
8 Läufertragblech-Versteifung
9 Ummagnetisieren
M Modulation

Abb. 3. Geräuschspektrum eines Motors 800 kW, 275 U/min
a bei Leerlauf, b bei Vollast.

Maschine ergibt sich die für die Beurteilung der Geräuschstärke der Maschine kennzeichnende Größe des lautelektrischen Umsetzungsgrades (oder Wirkungsgrades). Der Umsetzungsgrad ist sehr gering und liegt in der Größenordnung von 10^{-7} bis 10^{-10}.

3. Feststellung der mit der Drehzahl und der Belastung auftretenden Lautstärkeänderung. Im Mittel sollte einer Verdoppelung der Drehzahl eine Vervierfachung der akustischen Energie entsprechen. Die Lautstärke würde dementsprechend um 6 Phon ansteigen. Die Verhältnisse liegen nicht immer so einfach, weil durch Teilresonanzen der Bauteile der Verlauf der Lautstärke erheblich geändert wird. Abb. 2 zeigt den wirklichen Verlauf der Lautstärke mit der Drehzahl, gestrichelt bei Leerlauf, ausgezogen bei

[1]) ETZ 53 (1932) S. 140.

Digitized by Google

Vollast bei einem 800 kW-Motor. Die gebrochene Gerade stellt den Mittelwert dar mit einer Steigerung um 14 Phon für die doppelte Drehzahl, d. h. das Luftgeräusch nimmt über die Norm zu. Bei Belastung tritt bei 275 U/min unterhalb der Betriebsdrehzahl eine große Lautstärkezunahme auf. Diese Zunahme kann, wie die Analyse zeigt, durch Zusammenfallen mehrerer Teilresonanzen der Bauteile mit der Nutenfrequenz erklärt werden.

4. Feststellung der Frequenzkomponenten durch Schallanalyse des Maschinengeräusches. Die Schallanalyse wurde mit dem Suchtonverfahren durchgeführt, wobei mit einer festen Lochbreite gearbeitet wurde. Die Analysen wurden unter Zwischenschaltung von Schallplattenaufnahmen gewonnen. Abb. 3 zeigt das Ergebnis der Analyse an dem oben schon behandelten 800 kW-Motor bei 275 U/min. Über einen kontinuierlichen Untergrund erheben sich einige Teiltöne zu sehr erheblicher Schallstärke, welche hier im Maße des Schalldruckes angegeben ist. Die Werte sind aber nur relativ bemessen. Aus den Analysen bei Leerlauf (Abb. 3 a) und bei Vollast (Abb. 3 b) bei derselben Drehzahl ersieht man den überwiegenden Einfluß der Nuten- oder Zahnfrequenz von 530 Hz bei 116 Ankernuten. Die Lautstärkesteigerung ist also in der Hauptsache auf eine erhebliche Zunahme des magnetischen Geräuschanteiles zurückzuführen. Die übrigen Bauteile tragen zu den Teiltönen entweder durch mechanische Resonanz oder durch Schwingen von Luftsäulen oder Lufträumen bei, die sich sowohl im Läufer als auch im Ständer finden. Die Ursachen für die einzelnen Teiltöne sind aus den Abmessungen der Bauteile berechnet. Liegen diese berechneten oder anderweitig bestimmten Frequenzen innerhalb ihrer Fehlergrenzen im Bereiche eines durch die Analyse gewonnenen Teiltones einschließlich dessen Fehlergrenzen, dann ist die hier für die Ursache angewandte Zahl (1 bis 9) an den Teilton angeschrieben. Bei höherer Drehzahl tritt der Teilton der Nutenfrequenz mehr zurück, wie es auch natürlich ist. In Abb. 3 sollte gezeigt werden, wie durch Zusammenfallen mehrerer Teilresonanzen unangenehme Töne auftreten können. Dadurch, daß man diese Teilresonanzen auf möglichst viele Frequenzen verteilt, vermindert man die Gefahr der gleichzeitigen Anregung, gestaltet das Spektrum gleichmäßiger und erreicht dadurch eine Verringerung der Lautstärke. — Zur Luftführung und Beschränkung der Luftgeräusche werden häufig die Maschinen nach den Lagern hin mit Schilden verkleidet. Diese schließen Lufträume ein. Es wird gezeigt, daß hierdurch Luftraumschwingungen mit ausgeprägtem Schallspektrum hervorgerufen werden. Durch Änderungen der Größe und Form der Lufteintrittsöffnung des Axiallüfters kann man die Lautstärke um 10 bis 13 Phon vermindern. Die Untersuchungen wurden im Dynamowerk der Siemens-Schuckertwerke AG. durchgeführt. (E. Lübcke, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 652.) *Lü.*

Apparate und Stromrichter.

Die Anwendung des Geräuschmessers bei der Entwicklung und Herstellung elektrischer Kühlschränke. — Die Nützlichkeit der objektiven Geräuschmessung für die Geräuschbeseitigung und für die Überwachung der Geräusche nach der Herstellung technischer Geräte wird von Johnson an einem besonderen Beispiel dargestellt. Als Meßgeräte dienen ein Lautstärkemesser und ein Frequenzanalysator, die bereits früher beschrieben worden sind[1]). Es dürfte die Bemerkung interessieren, daß der Analysator nicht sehr trennscharf sein soll, damit er gegen Frequenzschwankungen durch Drehzahländerungen der Maschine nicht zu empfindlich ist[2]). Johnson unterscheidet zwischen erzwungenen Schwingungen, die harmonisch zur Erregungsfrequenz liegen und sich mit ihr ändern, und Eigenschwingungen, deren Frequenz unverändert bleibt, die aber durch die Erregung angestoßen werden. Die letzteren findet man dadurch, daß das Instrument des Analysators beim Beklopfen der Maschinenteile mit einem Holzhammer starke Ausschläge zeigt, wenn seine Einstellung mit der Eigenfrequenz des Maschinenteiles übereinstimmt.

Die Messung der Lautstärke wird in einer Normalentfernung von 6 Zoll (152,4 mm) von der Vorderwand des Kühlschrankes in einem stark gedämpften Raume vorgenommen. Johnson hält den Hallraum für nicht geeignet, weil das Ergebnis durch stehende Wellen beeinflußt sein kann.

Der Berichter ist dagegen der Ansicht, daß der gedämpfte Raum zwar für Geräuschuntersuchungen der gegebene Meßraum ist, für die Festlegung der „Lautstärke des Gerätes" jedoch der Hallraum besonders geeignet ist[1]). Der Einfluß stehender Wellen kann durch Ortsänderung des Mikrophons vermindert werden.

Infolge der Spielwerte, die bei der Herstellung zugelassen werden müssen, können sich kritische Eigenschwingungen, die gewöhnlich außerhalb des Arbeitsbereiches der Maschine liegen, so verlagern, daß sie in den Arbeitsbereich fallen. Die Lautstärkemessung wird daher bei verschiedenen Drehzahlen in der Nähe der Normaldrehzahl vorgenommen. Die Messung erlaubt eine schnelle und genaue zahlenmäßige Festlegung der Lautstärke, so daß z. B. an Hand zeichnerischer Darstellungen jederzeit Rechenschaft über den Zustand des Fabrikates in schalltechnischer Hinsicht abgelegt werden kann.

Bei der Serienherstellung von Kühlschränken einer Erzeugungstätte wird die Lautstärke objektiv nur an einzelnen Stichproben gemessen. Die übrigen Geräte werden subjektiv in einem besonderen, geräuschgedämpften Prüfraum verglichen, den die Geräte am laufenden Band durchlaufen. Der Prüfraum ist sorgfältig gegen Schall abgeschirmt. Die Kühlschränke treten — soweit dies aus einer Abbildung der Originalarbeit ersichtlich ist — durch eine schalldichte Schleuse ein, die aus einem mit schallschluckendem Stoff ausgekleideten Kanal besteht, der durch Filztüren abgeschlossen wird, die von dem Gerät selbst aufgestoßen werden. Die Geräusche der Kühlschränke sollen in den letzten Jahren um 5 bis 15 Phon gesenkt sein. Die Lautstärke selbst ist nicht angegeben. Dem objektiven Geräuschmesser wird ein wesentlicher Anteil an der Geräuschsenkung zugeschrieben. (W. E. Johnson, Gen. electr. Rev. Bd. 37, S. 504.) *Wms.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Zur Frage der Normung von Geräuschmessern. — Bei der dauernden Zunahme des Interesses an der Geräuschminderung und bei dem Bestreben vieler Fabriken, ihre Erzeugnisse leiser arbeitend zu bauen, sind Festlegungen über die Arten der Geräuschmessung und über die Einheiten, in denen gemessen wird, erforderlich. Als Maß für die Lautstärke L war die Angabe der Energie E_1 eines Tones der Frequenz 1000 Hz in Dezibel oberhalb einer unteren Grenze $E_0 = 10^{-16}$ W/cm² in der Form: $L_1 = 10 \log_{10} E_1/E_0$ db seitens des amerikanischen Normenausschusses veröffentlicht worden[2]). Die Lautstärke von Tönen anderer Frequenz wurde mit Hilfe der Kurven gleicher Lautstärke, wie sie von Fletscher und Munson aufgestellt sind[3]), auf solche des Tones von 1000 Hz bezogen.

Beim subjektiven Geräuschmesser wird die Stärke des Geräusches mit Hilfe des Ohres mit der einstellbaren Stärke des Normaltones verglichen. Da bei jeder Messung die „persönliche Gleichung" des Beobachters eingeht, können genauere Resultate nur durch mehrmalige Messungen mit mehreren Beobachtern erzielt werden. Dieses Verfahren ist also unbequem und beansprucht zu einer Messung viel Zeit. Objektive Geräuschmesser sollen die Messungen von den persönlichen Einflüssen befreien und ein technisches Normalohr bilden. Die Kurven gleicher Lautsprecher werden dabei von dem Frequenzgang des stets benötigten Verstärkers nachgebildet. Beim amerikanischen Normenausschuß wird gerade die Berücksichtigung der Richtcharakteristik des Aufnahmemikrophons diskutiert.

Da die Lautstärke außer von physikalischen noch von psychologischen Faktoren abhängt, kann ein technischer Geräuschmesser nur eine Annäherung an das wirkliche Ohr sein. Außer der Frequenzbewertung muß dabei das Anzeigeinstrument die verschiedenen Frequenzkomponenten und zusammengesetzte Schalle richtig kombinieren, ferner muß noch die dynamische Charakteristik des Gerätes festgelegt werden. In diesen technischen Einzelheiten ist seitens des Unterausschusses des Amerikanischen Normenausschusses weitgehende Übereinstimmung erzielt, so daß endgültige Festlegungen in Kürze zu erwarten sind. (R. G. Mc. Curdy, Electr. Eng. Bd. 54, S. 14.) *Lü.*

Subjektive und objektive Geräuschmessung bei elektrischen Maschinen. — Subjektive Verfahren. Um Normen für die Geräuschmessung zu ge-

[1]) M. S. Mead jr., T. M. Berry, Gen. electr. Rev. 37 (1934) S. 378.
[2]) S. auch W. Willms, ETZ 56 (1935) S. 25 u. 53.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 25 u. 53.
[2]) Electr. Engng. 52 (1933) S. 744.
[3]) H. Fletscher und W. A. Munson, J. acoust. Soc. Amer. 5 (1933) S. 82.

Digitized by Google

winnen, wurde im Versuchsfeld der Metropolitan-Vickers Electr. Co. Ltd., Manchester, im freien Schallfelde beim Anpeilen der Schallquelle und bei Beobachtung mit beiden Ohren ein reiner Ton von 1000 Hz abwechselnd mit dem zu messenden Schall derart verglichen, daß der Beobachter nur angab, welcher der beiden anderweitig eingestellten Schalle der lautere ist. Die Messungen werden statistisch ausgewertet. Eine Nachprüfung der Kurven gleicher Lautstärke erscheint wichtig. Statt der logarithmischen Skala für die Lautstärke $L = \lg \frac{E_1}{E_0}$ db wird eine lineare Skala vorgeschlagen, welche auf subjektiven Empfindungen beruht und zahlenmäßige Angaben über die Lautstärkenempfindungen erlaubt. Die logarithmische Skala mißt nach Ansicht des Verfassers nur eine physikalische Größe. Diese gemessene Größe in db (oder Phon) oberhalb der Hörschwelle benutzt der Verfasser zur Berechnung seiner linearen Lautheitskala. Setzt man die Lautstärkenempfindung eines Tones von 1000 Hz mit einer Intensität von 100 db oberhalb der Schwelle ($p_0 = 0{,}00020$ µbar) auch gleich 100, dann kann man zwischen 30 und 115 db angenähert die Lautstärkenempfindung L für einen beliebigen Schall von x db oberhalb der Hörschwelle berechnen: $L = x^5 \cdot 10^{-8}$.

Für Betriebsmessungen wird der Hörvergleich in der Weise durchgeführt, daß gleichzeitig mit zu messendem Schall dem einen Ohr nur ein obertonfreier Ton von $f = 1000$ Hz geboten wird (für ingenieurmäßige Messungen soll der Ton von $f = 800$ Hz geeigneter sein, diesen kann man leicht mit dem Normalton $f = 1000$ Hz vergleichen). Um größere Genauigkeit zu erzielen, verwendet man zu den Messungen am besten drei Beobachter, und zwar möglichst geübte. Als Meßgenauigkeit wird angegeben bei 50 db ± 6 db, bei 80 db ± 4 db und bei 100 db ± 2 db.

Objektive Verfahren. Ihr Wert liegt in dem Fortfall der persönlichen Einstellung und der Möglichkeit, vorübergehende Geräusche zu messen. Die Schwierigkeit liegt in der Summierung der äquivalenten Energie der Frequenzanteile eines Geräusches. Bei dem objektiven Geräuschmesser werden die Teiltöne nach den Kurven gleicher Lautstärke von Kingsbury oder Fletscher-Munson bewertet und der Effektivwert angezeigt. Trotz dieser einfachen Annahmen liefert er annähernd richtige Anzeigen bei Geräuschen mit nicht streng harmonischen Obertönen, also für Geräusche von Turbogeneratoren, Motoren, Lüftern und anderen Maschinen auch für Geräusche in Fabriken, Kraftwerken und für Straßenlärm. Schwierigkeiten treten bei Geräuschen mit teilweise ausgeprägten Harmonischen wie beim Induktionsmotor auf. Diese könnte man durch geeignete Eichung und Beachtung beseitigen. Bei streng harmonischen Obertönen, also bei Klängen, wie sie von Transformatoren, Drosseln abgestrahlt werden, scheint das Prinzip der Energiesummierung falsch zu sein, und große Fehler können auftreten. In einigen praktischen Fällen soll bei 80 db mit dem objektiven Gerät 30 db zu wenig gemessen sein. Das Ohr bewertet Klänge viel höher als einfache Töne. (Nach Untersuchungen von G. v. Békésy[1]) werden infolge der nichtlinearen Eigenschaften des menschlichen Ohres beim reinen Ton stets die Obertöne mit ziemlicher Stärke subjektiv gebildet. Die dem Oberton zugehörige Nervenstelle im Hörapparat ist bereits gereizt. Deshalb könnte sie die weitere Erregung durch den auch objektiv vorhandenen Oberton weit stärker empfinden, wie auch bei mehrmaliger Anregung derselben Nervenstelle innerhalb der Präsenzzeit z. B. bei zwei mit Zeitintervall arbeitenden Lautsprechern nach Untersuchungen von E. Lübcke[2]) die subjektiv gemessene Lautstärke um etwa 3 Phon höher liegt als die objektiv gemessene. Anm. d. Ref.) Für die Abnahmeprüfung wird in derart gelagerten Fällen eine subjektive Messung mit dem Audiometer von mehreren Beobachtern vorgeschlagen. Sonst ist die Anwendung eines objektiven Geräuschmessers sehr erwünscht, nur muß er die aufgezeigten Schwierigkeiten meistern. (B. G. Churcher, Electr. Engng. Bd. 14, S. 55.) *Lü.*

Fernmeldetechnik.

Über die gleichzeitige Erregung von zwei Frequenzen in einer Röhre. — In der Versuchsschaltung Abb. 4 ist eine Kreuzgliederkette über den Transformator *Tr. 1* an den Anodenkreis einer Schwingröhre angeschlossen. Ein Potentiometer *P* gestattet einen Teil der Endspannung der Kette an das Gitter der Röhre rückzukoppeln. Diese von K. Küpfmüller und H. F. Mayer angegebene Kette ist für alle Frequenzen durchlässig, aber jedes der 4 Glieder dreht die Phase der hohen gegen die niedrigen Frequenzen um π, insgesamt also um 4π. Für zwei mittlere Frequenzen betragen die Phasendrehungen also π und 3π, in beiden Fällen ist die Phasenbedingung, durch *P* die Amplitudenbedingung für das Einsetzen von Schwingungen erfüllt; die Rückkopplung ist für beide Fälle die gleiche. Schleife *1* gestattet den Anodenstrom, Schleife *2* über den Verstärker die Gitterspannung zu oszillographieren. In der Arbeit werden mehrere Oszillo-

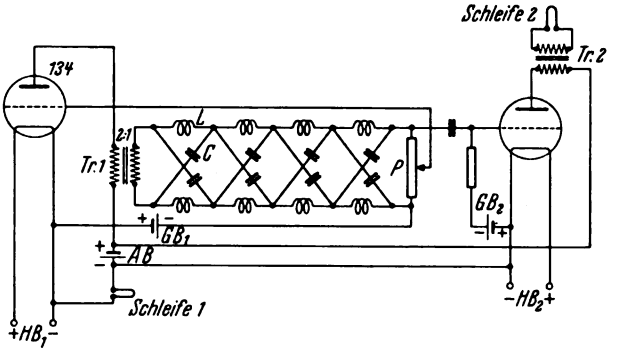


Abb. 4. Schaltung zur Erregung von zwei Frequenzen in einer Röhre.

gramme für die beiden Frequenzen gezeigt. Beim Arbeiten im unteren Knick der Kennlinie lassen sich zwei unabhängige Frequenzen erzeugen, die entsprechend der Krümmung der Kennlinie außer einer Superposition eine gegenseitige Modulation erkennen lassen. Bei stärkerer Rückkopplung wird die Modulation so groß, daß der Anodenstrom zeitweise Null wird, die hohe Schwingung muß jeweils neu anschwingen und läßt sich dann als aus einer Grundschwingung und ihrer Vielfachen bestehend darstellen. Obwohl die Frequenzen durch die Eigenschaften der Kreuzgliederkette gegeben sind, lassen sie sich selbst bzw. ihr Verhältnis durch einen Phasenschieber ändern. Wird in der Mitte der Kennlinie gearbeitet, so kann man nie beide Schwingungen gleichzeitig erregen. Die rechnerischen Grundlagen sowie die Theorie der Schaltung werden angegeben. (M. Lattmann u. H. Salinger, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 11, S. 384.) *Hze.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Über die Zunahme der Lautstärke bei mehreren Schallquellen. — Wirken zwei Schallquellen, jede gleichzeitig mit der gleichen Lautstärke L_1 auf den Beobachter ein, dann ist nach Definition die auftretende Lautstärke $L_2 = L_1 + 10 \log 2$ Phon $= L_1 + 3$ Phon. Diese Lautstärkesteigerung ist gut wahrnehmbar, stellt aber noch keine Verdoppelung des Lautstärkeneindruckes dar. Diese wird erst bei einer Zunahme um etwa 9 Phon erreicht. Für eine Anzahl verschiedenartiger Geräusche, welche über 2 Lautsprecher dem Beobachter mit unter sich gleicher Lautstärke geboten wurden, zeigten Messungen mit objektiven und subjektiven Geräuschmessern im Akustischen Laboratorium der T. H. Braunschweig objektiv eine Lautstärkenzunahme um etwa 3 Phon, wie es nach dem Energiegesetz zu erwarten ist, subjektiv denselben Wert, wenn der Schalleindruck von jedem Lautsprecher den Beobachter gleichzeitig erreichte, dagegen eine Zunahme um 5 bis 6 Phon, wenn zwischen beiden Schallwahrnehmungen Zeitunterschiede von $^1/_{15}$ bis $^1/_{30}$ s eingeschaltet wurden. Bei Schallen mit ausgeprägten Ausgleichsvorgängen war die Zunahme am ausgeprägtesten. Die Ergebnisse können nur vom physiologischen Standpunkte aus als Verbreiterung und Annäherung des Schallbildes und als mehrfache Nervenanregung innerhalb der Präsenzzeit gedeutet werden. Die Abweichungen gegenüber der objektiven Messung bleiben gering und liegen meist noch innerhalb des bei der Eichung zulässigen Fehlers. (E. Lübcke, Z. techn. Physik Bd. 16, S. 77.) *Lü.*

Verschiedenes.

Selbsttätige Turmuhrregelung. — Da man bei Turmuhren mit Rücksicht auf den hohen Wert der vorhandenen Anlagen nicht immer dieselben durch Uhren

[1]) G. v. Békésy, Ann. Physik 20 (1935) S. 809.
[2]) E. Lübcke, Z. techn. Physik 16 (1935) S. 70.

Digitized by Google

mit Synchronmotorantrieb ersetzen kann, ist eine besondere Einrichtung geschaffen worden, um diese vorhandenen Turmuhren durch frequenzgeregelten Wechselstrom so zu beeinflussen, daß ein synchroner Lauf gewährleistet wird. Ein langsam laufender Synchronmotor mit einer Aufnahme von 8 W bewegt über ein Zahnradgetriebe, das der Schwingungszahl des Pendels angepaßt wird, einen Exzenter, der über eine Kupplungstange mit dem Uhrpendel verbunden ist (Abb. 5). Die Kupplungstange endet in einem Bügel, der auf einem Stift im Pendel aufliegt. Die Reibung zwischen Stift und Bügel genügt, um den Synchronismus von dem Motor auf das Pendel zu übertragen. Bleibt der Strom im Ortsnetz aus, so kann durch diese Anordnung das Pendel die Kupplungstange abstreifen, so daß also die Turmuhr als nichtsynchrone Uhr weiterlaufen kann. Bei dem Entwurf einer solchen Anlage ist es erforderlich, die Schwingungszahl des Pendels an Hand der Zähnezahl des Triebwerkes der Turmuhr genau festzustellen. (Uhrmacher-Woche Bd. 42, S. 71.) *Hs.*

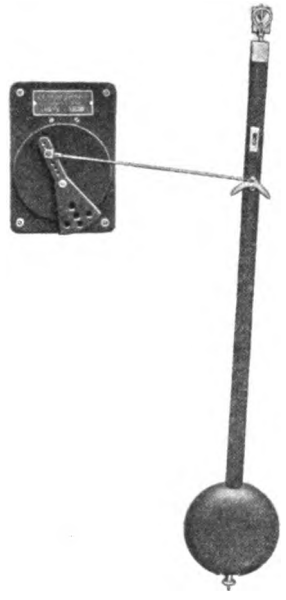


Abb. 5. Turmuhrreglung mit Hilfe eines Synchronmotors.

Energiewirtschaft.

Abnahmeanalyse von 50 Großabnehmern. — Die Belastungsdauer und Preisfrage eines gewerblichen oder industriellen Neuanschlusses sind oft bedeutungsvoll. In der Zahlentafel 1 sind vorjährige Abnahmen von 30 verschiedenartigen Betrieben eines amerikanischen Küstengebietes am Atlantischen Ozean aufgeführt. Die günstige Mischung von hydraulischer (etwa 36 %) und thermischer Stromerzeugung ist hier gewahrt.

Zahlentafel 1. Daten über die Stromentnahme durch 50 Betriebe.

Betriebe	Höchstlast im Dezember kW	Jahres-Stromabnahme kWh	Mittlerer Strompreis Pfg/kWh	Jährlicher Belastungsfaktor %
1. Hotel-Pension	149	825 840	4,5	63,2
2. Bäckerei	105	426 400	4,7	46,4
3. Bremsbackenfabrik	259	698 800	4,9	30,8
4. Ziegelei	123	16 600	18,7	1,5
5. Autoradfabrik	184	268 800	7,2	16,7
6. Kaffeebetrieb	144	188 000	8,4	14,9
7. Fabrik f. Konfektion	488	1 117 200	5,0	26,1
8. Fabrik f. Förderanlagen	89	92 400	11,5	11,8
9. Stahlwarenfabrik	1378	2 309 217	4,1	16,7
10. Warenhaus	615	1 581 600	4,5	29,4
11. Warenhaus	1786	5 413 600	4,4	34,6
12. 2032 landwirtsch. Betriebe	—	1 425 582	11,6	—
13. Gießerei	71	86 000	11,4	13,8
14. Gießerei	588	1 323 600	4,4	25,8
15. Krankenhaus	330	1 477 232	4,5	51,1
16. Hotel	185	937 112	4,7	57,8
17. Hotel	212	1 084 100	4,4	58,4
18. Hotel	240	1 147 870	4,5	54,5
19. Möbelfabrik	132	277 374	8,6	24,0
20. Maschinenfabrik	149	261 200	6,5	20,0
21. Maschinenfabrik	152	224 200	7,1	16,8
22. Maschinenfabrik	156	206 400	8,2	15,1
23. Fleischkonservenfabrik	195	612 200	4,6	35,8
24. Irrenanstalt	372	1 613 000	4,5	49,5
25. Zeitungsverlag	515	1 642 046	4,8	36,4
26. Zeitungsverlag	672	2 595 180	4,6	44,1
27. Zeitungsverlag	691	2 821 626	4,3	46,6
28. Bürohaus	445	1 026 412	6,7	26,3
29. Papierfabrik	1043	3 504 000	3,1	38,3
30. Papierfabrik	1130	4 317 600	3,1	43,6
31. Druckerei	120	118 400	11,2	11,3
32. Kolonialwarengeschäft	113	475 200	4,2	48,0
33. Funkhaus	267	1 064 000	3,5	45,5
34. Eisenbahnwerkstatt	312	795 100	4,9	29,1
35. Pochwerk	353	165 800	12,0	5,3
36. Gummiwarenfabrik	291	905 800	4,4	35,6
37. Gummiwarenfabrik	500	999 400	5,0	22,8
38. Gummiwarenfabrik	691	2 867 884	3,7	47,3
39. Gummifabrik	1535	5 514 000	2,9	41,0
40. Gummifabrik	5663	22 056 000	2,6	44,5
41. Signalapparatefabrik	84	100 400	10,7	13,6
42. Signalapparate- und Motorenfabrik	203	305 780	7,2	17,1
43. Seidenwarenfabrik	342	745 200	5,9	24,9
44. Röhrenfabrik	900	2 321 400	3,5	29,5
45. Pochwerk	352	300 800	9,5	9,7
46. Gerberei	224	560 800	5,0	28,6
47. Gerberei	260	432 000	5,9	18,9
48. Spinnerei	117	183 400	8,0	17,9
49. Spinnerei	900	1 043 800	3,3	13,3
50. Drahtziehwerk	412	1 596 200	3,6	44,3

Außer der Stromabnahme sind die Höchstlast, der Strompreis und der Belastungsfaktor für jeden Abnehmer angegeben bzw. ausgerechnet. Bemerkenswert erscheinen die hohen Werte der Belastungsdauer der Hotels und Hotelpensionen sowie der Gummifabriken, die außerdem eine sehr hohe Abnahme zeigen. Der Strompreis sinkt bis unter 3 Pf/kWh bei einem Umrechnungskurs von 1 Dollar = 2,5 RM, während Ziegeleien über 18 Pf/kWh bei ihrer sehr schlechten Benutzungsdauer zahlen müssen. (Electr. Wld. Bd. 105, S. 90.) *A. G. A.*

AUS LETZTER ZEIT.

Eröffnung der Obuslinie Steglitz (Breitenbachplatz)—Marienfelde. — Die Berliner Verkehrs-AG. eröffnete am 2. d. M. auf der 10,3 km langen Strecke Breitenbachplatz—Bahnhof Marienfelde den Betrieb mit den neuen Stromwagen. Diese zuerst gelieferten, 66 Personen fassenden Wagen werden von zwei Motoren zu je 50 kW bei 550 V Fahrdrahtspannung betrieben. Die Reisegeschwindigkeit beträgt rd. 20 km/h bei einer mittleren Haltestellenentfernung von 270 m.

Direkte Funksprechlinie New York—Paris. — Der Fernsprechverkehr zwischen den V. S. Amerika und den Ländern Europas wird zur Zeit durch die Funklinie New York—London vermittelt. Nach einer Reutermeldung hat der französische Postminister der Regierung der V. S. Amerika die Einrichtung einer direkten Funksprechlinie zwischen den beiden Ländern vorgeschlagen. In Frankreich werden schon die Vorbereitungen getroffen, um die Linie vor dem nächsten Winter zu eröffnen. — Auch die Herstellung einer direkten Funksprechverbindung zwischen Deutschland und den V. S. Amerika ist bereits mehrfach geprüft, aber zurückgestellt worden, weil die ununterbrochen im Betrieb befindliche und sehr leistungsfähige Verbindung London—New York für den Verkehr ausreicht.

Neue Rundfunksender in Frankreich. — Gegen Ende April wurden in Frankreich drei neue Rundfunksender in Betrieb genommen, und zwar in Muret-Toulouse (120 kW), Lyon (90 kW) und Lille (60 kW).

Neue Pumpenwerke für Ägypten. — Bei den Orten Fua und Serw im Nildelta werden zwei Pumpenanlagen errichtet. Den elektrischen Teil liefern die als Generalunternehmer bestellten SSW, die in den letzten drei Jahren bereits neun Pumpwerke in Oberägypten erstellt haben. Das Werk Fua dient der Bewässerung; das Werk Serw soll entwässern, um die Lagunenlandschaft an der Nordküste Ägyptens zur Bestellung geeignet zu machen.

Dieselelektrische Schnelltriebwagen in Dänemark. — In Kürze werden in Dänemark vier Schnelltriebwagen-Züge, bestehend aus je zwei Triebwagen und einem Anhängewagen, dem Betrieb übergeben werden. Jeder Triebwagen hat zwei Dieselmotoren zu je 275 PS, deren Drehmoment in der üblichen Form über Dynamo und Motor der Treibachse übermittelt wird. Der Zug, der rd. 160 Personen Sitzplätze bietet, erreicht eine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h.

Öffentliche Fernsprechzellen in Paris. — Nichtteilnehmer, die den Fernsprecher benutzen wollen, pflegen in Paris von Kaffeehäusern aus zu sprechen. Öffentliche Sprechstellen befanden sich bisher nur auf den wichtigsten Eisenbahnhöfen und den Hauptpostämtern. Nunmehr sollen alle Untergrundbahnhöfe mit Fernsprechzellen ausgestattet werden. Ein Gespräch von 3 min Dauer innerhalb des Bereichs von Paris kostet 50 cs.

Hochschulnachrichten. — Dem Reichsbahnoberrat Albert Dobmaier in Berlin ist in der Fakultät für Bauwesen der T. H. Berlin ein Lehrauftrag für Fernmeldewesen im Eisenbahnbetriebe erteilt worden.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

37. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Hamburg, 20. bis 23. Juni 1935

Donnerstag, den 20. Juni

9^{00} Uhr, **Vorstandssitzung**
Rathaus, Sitzungssaal rechts

10^{30} Uhr, **Vorstandsratsitzung**
Rathaus, Gr. Sitzungssaal

14^{45} Uhr, **Fachberichte**
Technische Staatslehranstalten, Lübecker Tor 24
A I. Kraftwerke
B I. Bau von Netzen
C I. Maschinen
D I. Messung

20^{00} Uhr, **Begrüßungsabend**
(gegeben vom Gau Hansa)
Rathaus, Ratsweinkeller

Freitag, den 21. Juni

8^{30} Uhr, **Besichtigungen**
1. Reichssender Hamburg Moorfleth
2. Rhenania-Ossag Mineralölwerke Akt.-Ges., Werk Grasbrook
3. Deutsche Seewarte
4. Schiffbauversuchsanstalt
5. Conz-Elektrizitäts G. m. b. H.
6. C. H. F. Müller AG., Röntgen-Werk
7. Valvo G. m. b. H. Radioröhren-Fabrik

(Die Teilnehmer werden rechtzeitig zur Mitgliederversammlung befördert)

10^{30} Uhr, **Mitgliederversammlung**
Musikhalle, Gr. Saal, Karl-Muck-Platz
1. Begrüßung
2. Jahresbericht des Geschäftsführers
3. **Hauptvortrag**
von Oberpostrat Dr. Banneitz „Über Fernsehen" mit Vorführungen und Lichtbildern

14^{45} Uhr, **Fachberichte**
Technische Staatslehranstalten, Lübecker Tor 24
A II. Betrieb von Netzen
B II. Schaltanlagen
C II. Bahnen
D II. Fernmeldetechnik

20^{00} Uhr, **Gemeinsamer Abend** mit Essen und Tanz
Hotel Atlantik, An der Alster 72/79

Sonnabend, den 22. Juni

8^{30} Uhr, **Besichtigungen**
1. H. E. W. Kraftwerk Neuhof
2. H. E. W. Zähler-Eichwerk
3. HamburgerHochbahn:
Alsterrundfahrt auf Dieselschiff (auch für Damen)
4. Hamburger Hochbahn:
Ferngesteuertes Unterwerk Stephan Blockanlage Stadtpark
5. Technische Staatslehranstalten. Laboratorien und Elektro-Schweißlehrwerkstätten
6. Nordd. Affinerie. Hochöfen für Kupfergewinnung. Elektrolyse
7. Reichsbahnwerkstatt für die elektrische Stadt- und Vorortbahn Ohlsdorf

(Die Teilnehmer können rechtzeitig wieder in den Technischen Staatslehranstalten sein)

9^{45} Uhr, **Fachberichte**
Technische Staatslehranstalten, Lübecker Tor 24
A III. Schaltvorgänge
B III. Stromrichter
C III. Antriebe und Lichttechnik
D III. Funktechnik

15^{00} Uhr, **Hafenrundfahrt** mit Tee an Bord eines Ozeandampfers

19^{00} Uhr, **Abtrunk** im Uhlenhorster Fährhaus

Sonntag, den 23. Juni

Gelegenheit zur Seefahrt nach Helgoland, zum Flug nach Kopenhagen oder Teilnahme am Beginn der Derby-Woche und bei genügender Beteiligung auch zur mehrtägigen Seefahrt nach England

Sondervеranstaltungen

Donnerstag, den 20. Juni

10—12^{30} Uhr, Stadtrundfahrt

14—18^{00} Uhr, Besuch von Hagenbecks Tierpark (Veranstaltung für Damen)

Freitag, den 21. Juni

9—16^{00} Uhr, Ausflug nach dem Ostseebad Travemünde (Veranstaltung für Damen)

14—18^{30} Uhr, Fahrt in den Sachsenwald

Sonnabend, den 22. Juni

10—13^{00} Uhr, Ausflug nach Blankenese (Veranstaltung für Damen gegeben vom Gau Hansa)

Unsere Mitglieder erhalten besondere Einladungen; Anfragen sind zu richten an: VDE Gau Hansa Mitgliederversammlung 1935, Hamburg 36, Jungfernstieg 30, Hamburger Hof, Zimmer 110. Fernsprechanschluß der Geschäftstelle: 34 38 74. Postscheckkonto: Hamburg 301 64 Verband Deutscher Elektrotechniker Gau Hansa. Mitgliederversammlung 1935.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Ausschuß für Betriebsvorschriften.

Entwurf 1.

VDE 0425/19 . .

Vorschriften für Spannungssucher unter 1000 V.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
II. Verwendungsbereich.
§ 2.
III. Bestimmungen.
A. Bau.
§ 3. Allgemeines.
§ 4. Nennspannungen und Zuleitungen.
§ 5. Gehäuse.
§ 6. Spannung führende Teile.
§ 7. Berührungsschutz.
§ 8. Fassungen.
§ 9. Handgriffe.
§ 10. Ursprungszeichen.
B. Prüfung.
§ 11. Gehäuse.
§ 12. Handgriffe.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am . . . . . in Kraft[1].

[1] Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im . . . . 1935. — Veröffentlicht: ETZ 1935, S. 549.

Digitized by Google

Bekanntmachung.

Ausschuß für Betriebsvorschriften.

Der Ausschuß hat VDE 0425 „Leitsätze für Spannungssucher bis 750 V", gültig ab 1. April 1927, einer Neubearbeitung unterzogen und gibt nachstehend einen Entwurf 1 zu

VDE 0425/19.. „Vorschriften für Spannungssucher unter 1000 V"

bekannt.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind bis zum 15. Juli 1935 in doppelter Ausfertigung an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:
Blendermann.

II. Verwendungsbereich.

§ 2.

a) Spannungssucher (optische und akustische Anzeige) dienen zur Feststellung des Vorhandenseins von Spannungen in elektrischen Stromkreisen.

b) Spannungssucher mit optischer Anzeige (Glühlampen) sind nicht als Handleuchter im Sinne des Abschnittes „G. Handleuchter" von VDE 0610/1933 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I." anzusehen.

III. Bestimmungen.

A. Bau.

§ 3.

Allgemeines.

a) Die Spannungssucher müssen den betriebsmäßigen und mechanischen Anforderungen standhalten und VDE 0100 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1." entsprechen.

b) Alle Schrauben, die Kontakte vermitteln, müssen metallenes Muttergewinde haben.

c) Alle verwendeten Baustoffe dürfen, sofern sie als Schutz verwendet werden, bei 70 ° und, sofern sie als Träger Spannung führender Teile verwendet werden, bei 100 ° keine den Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleiden.

d) Schaltvorrichtungen müssen VDE 0630 „Vorschriften für Geräteschalter" sinngemäß entsprechen.

§ 4.

Nennspannungen und Zuleitungen.

a) Für Spannungssucher sind die in Tafel I aufgeführten Nennspannungen und Zuleitungen (nach VDE 0250 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L.") zulässig.

Tafel I.

Nennspannung V	250	750	1000
Prüfbereich V	bis 250	über 250 ··· 750	über 750
Leitungstype	NMH	NSH	NHSGK
Leitungsquerschnitt mm².	1	1,5	2,5

§ 5.

Gehäuse.

a) Das Gehäuse der Spannungssucher muß, soweit es aus Isolierstoff besteht, nachstehenden Anforderungen genügen:

1. Das Gehäuse muß mechanisch fest sein und aus feuer-, wärme- und feuchtigkeitssicheren Isolierstoffen bestehen.
2. Die Anschlußstellen der Leitungen müssen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sein.
3. Die Einführungsstellen für die Leitungen müssen derart ausgebildet sein, daß eine Beschädigung der biegsamen Leitungen — auch bei rauher Behandlung — nicht zu befürchten ist.
4. Bei Spannungssuchern mit Glühlampen muß das Gehäuse Schutz gegen Splitterwirkung gewähren.
5. Bei Spannungssuchern mit Glühlampen muß eine zuverlässig ansprechende Schmelzsicherung eingebaut sein, die bei Kurzschluß den aufttretenden Kurzschlußstrom auf einen Mindestwert begrenzt.

§ 6.

Spannung führende Teile.

a) Die Spannung führenden Teile müssen auf feuersicheren Körpern angebracht sein.

b) Abdeckungen aus Isolierstoff, die im Gebrauch mit einem Lichtbogen in Berührung kommen können, müssen feuersicher sein.

c) Alle Teile, auch die Schutzabdeckungen, müssen so befestigt sein, daß sie sich im Gebrauch nicht lockern können und sich ihre Lage nicht verändern kann.

§ 7.

Berührungsschutz.

a) Der Berührung zugängliche Gehäuse und Griffe müssen, wenn sie nicht gegen zu hohe Berührungsspannung geschützt sind, umkleidet sein.

b) Metallteile, für die eine Schutzmaßnahme nach VDE 0140 „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, L.E.S. 1." in Frage kommen kann, müssen mit einem Schutzleitungsanschluß versehen sein.

c) Die unter Spannung gegen Erde stehenden Teile müssen gemäß § 3 a) von VDE 0100/1934 gegen zufällige Berührung geschützt sein, z. B. durch Kragen oder Manschetten an den Tastern.

d) Die vorn überstehende Länge der metallenen Prüfstifte darf 20 mm nicht überschreiten.

§ 8.

Fassungen.

a) Bei Fassungen für 250 V dürfen die kürzeste Kriech- und Luftstrecke zwischen Strom führenden Teilen verschiedener Polarität oder zwischen solchen und einer metallenen Umhüllung 3 mm nicht unterschreiten.

§ 9.

Handgriffe.

a) Die Handgriffe der Prüftaster müssen aus Isolierstoff bestehen.

§ 10.

Ursprungszeichen.

a) Alle Spannungssucher müssen am Hauptteil ein Ursprungszeichen tragen.

B. Prüfung.

§ 11.

Gehäuse.

a) Für die Prüfung der mechanischen Festigkeit sind die Bestimmungen für die Prüfung der mechanischen Festigkeit von Handleuchtergriffen in § 98 von VDE 0610/1933 sinngemäß anzuwenden.

b) Das Gehäuse der Spannungssucher muß nach 24-stündigem Liegen in feuchter Luft einer Prüfung von 2000 V Wechselspannung zwischen den mit Stanniol umwickelten Angriffsflächen und Spannung führenden Metallteilen sowie zwischen Spannung führenden und nicht Spannung führenden Metallteilen standhalten.

§ 12.

Handgriffe.

a) Die Handgriffe der Prüftaster sind der gleichen Prüfung, wie sie unter § 11 vorgesehen ist, zu unterwerfen.

Aus dem Gau Ostpreußen.

In der Sitzung am 4. III. 1935 sprach Dr. Lesch, Mannheim, über „Die neuere Entwicklung des elektromotorischen Antriebes in der Industrie".

Vorgetragen wurde über Einzelantriebe, Mehrmotorenantriebe und über die Ausbildung neuer Bauformen von Motoren zur Anpassung an die Arbeitsmaschine. Bei den Drehstromantrieben hat sich der Kurzschlußanker-Motor endgültig durchgesetzt; die verschiedenen Ausführungsformen der Anker wurden vereinheitlicht. Der Synchronmotor hat an Bedeutung gewonnen. Für Drehzahlregelung, Betätigungsgeräte und Steuerungen wurden den neuen Anforderungen entsprechende Lösungen gefunden.

Digitized by Google

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Nordhessen, Kassel. 14. V. (Di), 20 h 15 m, Landesmuseum: „Neue Anwendung der Stromrichter in der Praxis." Obering. Baudisch. (Gäste willkommen.)

VDE, Gau Magdeburg. 21. V. (Di), 20 h 15 m, Ver. Techn. Staatslehranstalten: „Die technischen Mittel zur Rundfunkversorgung Deutschlands." Postrat Domin.

VDE, Gau Mosel, Trier. 15. V. (Mi), 20 h 30 m, Gaststätte „Zum Goldenen Stern": „Technische Erziehung." Dipl.-Ing. Bogner.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 17. V. (Fr), 19 h 30 m, Neues Physikal. Inst. d. T. H., Kurfürstenallee: „Erzeugung von Dezimeterwellen durch Magnetfeldröhren" (m. einigen Vorführungen). K. Fritz.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Fassbender. — Dr. Heinrich Fassbender wurde unter Berufung in das preußische Beamtenverhältnis zum ordentlichen Professor in der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Hochschule Berlin ernannt. Prof. Fassbender war nach Beendigung seiner Studien in Darmstadt, Berlin und Marburg zunächst einige Jahre in der Meßinstrumentenabteilung der S & H AG. tätig. Nach anschließender Assistententätigkeit an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt wurde er zum Konstruktionsingenieur am Elektrotechnischen Laboratorium der Berliner Hochschule ernannt. Diese Tätigkeit unter Orlich wurde durch Kriegs- und Frontdienst unterbrochen. 1921 nahm er eine Berufung an die Ingenieurfakultät der Universität La Plata als ordentlicher Professor für Elektrotechnik an. Gleichzeitig war er an dieser Fakultät vier Jahre Direktor der Abteilung für Elektrotechnik und Maschinenbau. 1926 trat er aus dem argentinischen Staatsdienst aus, um sich in den nächsten Jahren ganz der technischen Forschung zu widmen. In diesen Jahren leitete er bis heute die Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen an der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Adlershof.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Gleichrichter für selbsttätige Ladung von Elektrofahrzeug-Batterien.

In obengenanntem Aufsatz in H. 51 der ETZ 55 (1934) ist bezüglich der Darstellung des Stromverlaufs in den einzelnen Phasen des Trockengleichrichters eine Berichtigung notwendig, worauf Herr Karl Maier, Nürnberg, aufmerksam macht: Abb. 10 auf S. 1253 ist durch die untenstehende Abb. 1 zu ersetzen. Der Text ändert sich auf S. 1253 rechts Zeile 19 des letzten Absatzes bis zum Anfang der 1. Zeile auf S. 1254 wie folgt:

In Abb. 10 sind die Phasenspannungen U_I, U_{II}, U_{III} dargestellt. Auf die gleiche Nullinie gebracht, ergibt sich als gesamte, der Säulenanordnung und Batterie aufgedrückte EMK die in Abb. 10 dargestellte EMK-Kurve. Diese entsteht durch Summierung der Augenblickswerte der Phasenspannungen zwischen den beiden Hüllkurven. Der Form dieser EMK entsprechend fließt ein Gleichstrom i_a, der sich aus den Strömen in den drei Phasen i_I, i_{II}, i_{III} gemäß der Darstellung in Abb. 10 zusammensetzt. Betrachten wir zunächst den Zeitpunkt t_1, in dem der Strom in der Phase *I* seinen positiven Höchstwert besitzt. Er fließt dann durch Phase *I* zum Knotenpunkt der Säulen *1* und *2* (vgl. Abb. 9). Durch die Säule *1* kann er wegen deren Ventilwirkung nicht fließen. Er geht durch *2* und dann über die Batterie *g*. Auch durch *4* und *6* kann er nicht fließen. Hinter dem Ladeschalter *h* fließt er durch die Säule *5* zu der Phase *III*. Im Zeitpunkt t_2 sind die Phasenspannungen U_I und U_{II} gleich groß, sie treiben gemeinsam einen Strom durch die Phasen *I* und *II*, Säule *2* und *4* über die Batterie *g*, Schalter *h* durch Säule *5* in die Phase *III* zurück, deren Spannung ihren negativen Scheitelwert erreicht hat. Kurz nach dem Zeitpunkt t_2 ist der Strom in Phase *I* Null geworden; im Zeitpunkt t_3 hat der Strom in der Phase *II* seinen Höchstwert erreicht, der sich jetzt über die Säule *4*, die Batterie *g*, Schalter *h* und Säule *5* über Phase *III* schließt. Es zeigt sich, daß die

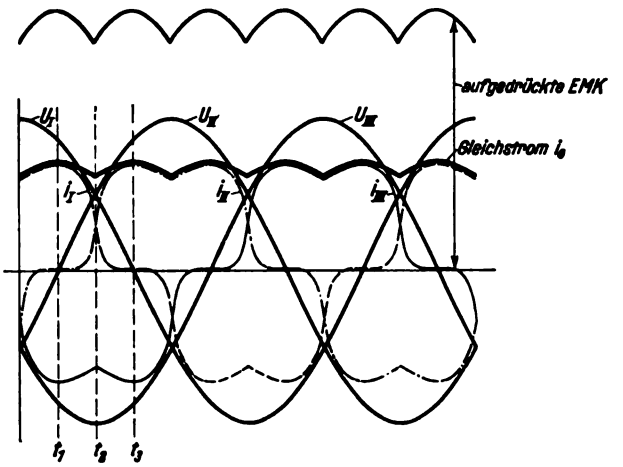


Abb. 1. Stromverlauf in einem Drehstrom-Trockengleichrichter.

Säulen *2*, *4* und *6* jeweils die positiven Halbwellen der Phasen hindurchlassen, während die Säulen *1*, *3* und *5* sie sperren, aber in den negativen Halbwellen durchlässig sind.

Berlin, 26. III. 1935. K. Kubbe.

LITERATUR.

Besprechungen.

Gasentladungs-Tabellen. Tabellen, Formeln u. Kurven zur Physik u. Technik der Elektronen u. Ionen. Von M. Knoll, F. Ollendorff u. R. Rompe unt. Mitarb. v. A. Roggendorf. Mit 196 Textabb., X. u. 171 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geb. 29 RM.

Es war ein sehr guter Gedanke von den Verfassern, einmal alles das zusammenzustellen, was man auf dem Gebiet der Gasentladung an Zahlen, Daten, experimentell und theoretisch gewonnenen Kurven und an wichtigsten Formeln braucht. Es ist ja tatsächlich so, wie die Verfasser in der Einleitung sagen, daß man bisher alle Zahlen und Größen sich ziemlich mühselig an verschiedenen Stellen zusammensuchen mußte. Und auf den 170 Seiten, die das Buch umfaßt, befindet sich eine erstaunenswert große Menge von physikalischen Daten, Formeln und graphischen Bildern, von denen besonders viel Gebrauch gemacht wird.

Dem Inhalt nach ist das Buch in fünf Hauptabschnitte geteilt. Im ersten Teil, die Physik des Einzelteilchens, findet man die Grundeigenschaften der Moleküle und Atome, der ruhenden und bewegten Elektronen, der Ionen und der Photonen, wobei auch schwarze Strahlung und einige Spektralterme angegeben sind. Im nächsten Abschnitt, Statistik der Gasentladungen, wird zunächst unter „Kinetische Gastheorie" behandelt: Gaskonstanten, die Weglängen- und Geschwindigkeitsverteilungsgesetze, Stoßgesetze, Diffusion, Zustandsgleichung fester Körper, Dampfdruck, Wärmeleitung und Dielektrizitätskonstante von Gasen. Dann folgt die Kinetik der Ladungsträger mit Beweglichkeit und Diffusion. Hierauf folgt Ionisierung, Anregung und Entionisierung mit Wirkungsquerschnitten, Ionisierungs- und Anregungsfunktionen, kritischen Spannungen usw., woran sich ein Abschnitt über Ionisierung und Entionisierung an Grenzflächen von festen Körpern gegen Gase anschließt. Dann folgen die Daten über Entladungen ohne merkliche Raumladungswirkungen mit dunklem Vorstrom, Zündbedingung, Durchbruchfeldstärken, hierauf raumladungsbeschwerte Entladungen, mit Glühemission und Langmuirsonden und am Schluß des II. Abschnittes Plasmafelder und positive Säule. Der III. Abschnitt „Besondere Entladungsformen" behandelt zunächst die Elektronenröhren mit Heizung, Formierung der Kathode, Durchgriff und Elektronenoptik, dann die Ionenröhren mit Anoden- und Kathodenfall, positiver Säule, Lichtausbeuten, Zer-

Digitized by Google

stäubung, Bogencharakteristiken. Am Schluß dieses Abschnittes werden die Entladungen in Luft bei Atmosphärendruck besprochen, Korona, Glimmverluste und Kugelfunkenstrecke. Der IV. Abschnitt befaßt sich mit den wichtigsten Werkstoffen für Entladungsröhren und der V. mit den Grundlagen der Hochvakuumtechnik. Die drei letzten Abschnitte geben die Bezeichnungen der Gasentladungen nach dem AEF, die Maßsysteme und allgemeinen Konstanten und schließlich Tabellenwerte einiger wichtiger Funktionen und Integrale.

Man sieht aus dieser kurzen Zusammenstellung die außerordentliche Menge an Material, die das Buch umfaßt, und es ist im Rahmen dieser Besprechung natürlich unmöglich, einzelnes besonders zu würdigen. Es kann nur festgestellt werden, daß die Verfasser, ganz abgesehen von der Zusammentragung des gegebenen Materials auch sehr viel eigene wertvolle neue Arbeit hinzugefügt haben. Sehr angenehm empfindet man, daß in jeder Formel immer die nötigen Einheiten angegeben sind.

Natürlich ist das Buch kein Lehrbuch, sondern kann mit Nutzen und Kritik nur gebraucht werden, wenn die physikalischen Grundlagen des Gebiets bereits bekannt sind. Aber jedem, der auf diesem Gebiet arbeitet, kann es nur wärmstens empfohlen werden. Auch der Fachmann wird nicht nur eine große Erleichterung seines Arbeitens empfinden, sondern wird auch neue Anregung und Kenntnis sich aus dem Buche holen können. Wenn die Verfasser noch den Wunsch nach weiteren Anregungen aussprechen, so wäre für künftige Auflagen eine noch eingehendere Zitierung der Originalliteratur zum Nachschlagen sehr wichtig und Angaben über die Photoionisierung von Gasen und Dämpfen erwünscht.

W. O. Schumann.

Zahnräder. Teil 2: Stirn- und Kegelräder mit schrägen Zähnen; Teil 3: Schraubgetriebe (Hyperbolische Räder, Schraubenräder, Schneckengetriebe). Von Dr. A. Schiebel †. 3. Aufl. Nach dem Tode des Verf. unt. Mitw. v. R. Bock, E. Ninow u. C. Volk neu bearb. v. Ing. Dr. techn. R. Königer. (H. 5. von Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau, herausg. v. Dipl.-Ing. C. Volk.) Mit 175 Textabb., V u. 122 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geh. 9 RM.

Das bekannte vorzügliche Werk von Schiebel hat durch die neue Bearbeitung noch gewonnen; insbesondere sind recht gute Bilder eingefügt worden, die die zum Teil verwickelten räumlichen Formen und Bewegungen klar darstellen. Als besonderer Vorzug ist die eingehende Behandlung der Herstellung hervorzuheben, wobei die Nachteile verschiedener Verfahren nicht verschwiegen sind. Neue Abschnitte sind der Zahnberichtigung von Schrägzahn-Stirnrädern, den Ausführungen von Turbogetrieben und von Schraubenrädern gewidmet. Ausführungsbeispiele von Schneckentrieben sind aus der früheren Auflage übernommen und dürften in der nächsten Auflage etwas ausgesiebt werden: so Abb. 148 mit der Stopfbüchse, Abb. 149 mit dem Kammlager, Abb. 151 mit den vielen Teilfugen des Gehäuses, Abb. 152 mit den im Schneckenöl liegenden Kugellagern. Vorbildlich sind die neu eingefügten Ausführungen Abb. 153 und Abb. 154.

Wenn ein Wunsch ausgesprochen werden darf, so wäre es die Einfügung der Bemessung nach der Krümmungstheorie von H. Hertz, die bei Stirnrädern so guten Erfolg gebracht hat.

O. Kammerer.

Eingegangene Doktordissertationen.

Walter Gehrke, Über den Einfluß elastischer und bildsamer Zugbeanspruchung auf die Änderung des spezifischen Volumens der Metalle, insbesondere die des Kupfers und Aluminiums. T. H. Berlin 1934.

Heinrich Grünewald, Die Berechnung dreiphasiger Dauerkurzschlüsse unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in verbundgespeisten Netzen. T. H. Berlin 1934.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Sofina im Jahre 1934[1]). — Die Société Financière de Transports et d'Entreprises Industrielles (Brüssel), eine der größten europäischen Dachgesellschaften für Elektrizitäts- und Verkehrsunternehmungen, berichtet, daß im Jahre 1934 die Gesellschaften, an denen sie beteiligt ist, ihre Geschäftstätigkeit teils auf den Vorjahrsstand halten, teils steigern konnten. Im Zusammenhang mit den anhaltenden Transferschwierigkeiten und einem weiteren Rückgang der Zinsen für kurzfristige Kapitalanlagen konnte sich jedoch der Rohgewinn nur knapp auf den Stand des Jahres 1933 halten. Bei wieder gestiegenen Unkosten, aber verringerten Abschreibungen ist der ausgewiesene Reingewinn fast ebenso hoch wie i. V., so daß wie in den Vorjahren auf die Stammaktien (100 Mill fr) wieder 80 % und auf die Vorzugsaktien (100 Mill fr, zu 20 % eingezahlt) wieder 5 % Dividende ausgeschüttet werden können.

Ertragsübersicht der Sofina in 1000 RM[1]):

	1930	1931	1932	1933	1934
Einnahmen aus Beteiligungen, Zinsen usw.	18 987	18 015	12 917	12 516	12 438
Unkosten	633	667	664	658	767
Gewinnbeteiligung des Personals und Zuweisung zum Pensionsfonds	215	154	123	123	123
Abschreibungen	465	4 760	2 179	1 804	1 644
Reingewinn	17 674	12 435	9 951	9 931	9 906
Reingewinn mit Vortrag	18 186	13 412	11 047	11 106	11 140
Neuer Gewinnvortrag	978	1 095	1 175	1 234	1 210

[1]) 1 RM = 8,547 bfr.

Entsprechend der bisherigen Einzahlungshöhe werden die Vorzugsaktien im Verhältnis 5 : 1 auf 20 Mill fr zusammengelegt, während auf der Aktivseite die betreffenden Resteinzahlungsforderungen fortfallen werden. Es handelt sich bei diesen Vorzugsaktien um das von der Sofina übernommene Kapital der ehemaligen Trufina, an deren Gründung sich belgische, deutsche und andere europäische, aber auch amerikanische Banken und teilweise auch Industrieunternehmungen beteiligten. In der Bilanz für Ende 1934 ist diese Veränderung noch nicht berücksichtigt.

Bilanzentwicklung der Sofina in 1000 RM:

	1930	1931	1932	1933	1934
Aktiva					
Bestand an öffentlichen Anleihen und Beteiligungen	69 030	89 505	92 196	98 280	122 263
Kasse und Bankguthaben	134 108	85 635	71 761	75 700	79 553
Lombarddarlehen	253	10 864	10 879	7 182	1 834
Debitoren	37 339	51 847	49 338	42 919	23 732
Resteinzahlungsforderungen	9 360	9 360	9 360	9 360	9 360
Passiva					
Vorzugsaktienkapital	11 700	11 700	11 700	11 700	11 700
Stammaktienkapital	11 700	11 700	11 700	11 700	11 700
Gesetzliche Reserve	2 340	2 340	2 340	2 340	2 340
Unverfügbares Sonderkonto (Agio der Emission von 1929)	176 436	176 436	176 436	176 436	176 436
Kreditoren	29 606	31 420	20 114	19 958	16 793
Einzahlungsverpflichtungen auf Beteiligungen	—	—	—	—	6 433

Die seit Jahren festzustellende Vergrößerung des Beteiligungs- und Wertpapierkontos hat sich auch 1934 fortgesetzt, wobei es sich teilweise um Umbuchungen handelt, denn anderseits haben sich die Debitoren und Lombarddarlehen weiterhin verringert. Aktienkapital und Reserven blieben unverändert. Dem Rückgang der laufenden Verbindlichkeiten steht neu die Ausweisung von Einzahlungsverpflichtungen auf Beteiligungen gegenüber. Der Geschäftsbericht gibt wie in früheren Jahren eine ausführliche Darstellung der geschäftlichen und finanziellen Entwicklung, die die zahlreichen Konzernunternehmungen in europäischen und überseeischen Ländern genommen haben. *A. Fr.*

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Berlin & Co., G. m. b. H., Nürnberg (20 000 RM): Großhandel mit elektrischen Installationsartikeln und Rundfunkgeräten; „Meteor" G. m. b. H., Fabrik lichttechnischer Einrichtungen, Essen (48 000 RM): Herstellung und Vertrieb von elektrisch eingerichteten Gegenständen jeder Art. —

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 38. Wer liefert elektrische Einrichtungen für die Heizung von Maschinen und Maschinenteilen?

Abschluß des Heftes: 8. Mai 1935.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 572.

Für die Redaktion (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus) verantwortlich Harald Müller in Berlin.
Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Redaktion: Harald Müller, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 16. Mai 1935 | Heft 20

Rückblick auf die Leipziger Messe im Hause der Elektrotechnik.

Von E. C. Zehme, Berlin.

Der aufmerksame Leser der ETZ ist durch ihre Vorveröffentlichungen über die diesjährige Frühjahrsmesse der Elektrotechnik im einzelnen schon so gut unterrichtet, daß es sich bei dem nunmehrigen Rückblick nur noch darum handeln kann, nach dem schon in den Vorjahren geübten Verfahren die Entwicklungstendenzen herauszustellen, wobei indes die in der Zwischenzeit eingeführten und bewährten Konstruktionen und Artikel nicht übergangen werden sollen. Sie bilden in der richtigen Erkenntnis eines technischen Prinzips die Ruhepunkte der Entwicklung und gehören recht eigentlich auf eine Messe, wo sie der Einkäufer und Verbraucher, besonders aus dem Auslande, immer wieder in seinen Gesichtskreis gerückt sehen will; sie erfreuen sich schon wegen ihrer kurzfristigen Lieferzeit seiner besonderen Zuneigung.

Die Leipziger Messe hat wie im allgemeinen so auch wieder im Haus der Elektrotechnik gezeigt, daß die deutsche Elektroindustrie auch unter den obwaltenden wirtschaftlichen Verhältnissen ihren alten Ruf in der Qualität gewahrt hat. Daran hat, was sich mehrfach deutlich zu erkennen gab, auch die Rohstoffrage nichts geändert; es hat sich sogar darin, wie man ja vermuten konnte, schon auf der diesjährigen Messe an verschiedenen Stellen gezeigt, daß ein durch Devisenrücksichten veranlaßtes Abgehen von bisher üblichen Stoffen unvermutete technische und wirtschaftliche Vorteile brachte. Es ist dies auch von ausländischen Besuchern rückhaltlos anerkannt worden, von denen wohl manche den Neuerungen mit einigem Vorurteil gegenübergetreten waren.

Die internationale Zugkraft der Leipziger Frühjahrsmesse 1935 kam in der Besucherzahl von 21 725 ausländischen Kaufleuten und Industriellen aus 72 verschiedenen Ländern zum Ausdruck. Auch für den innerdeutschen Handel bildete sie den Mittelpunkt der Nachfrage, die sich bereits in den ersten Tagen der Messe besonders bei den elektrotechnischen Erzeugnissen in Aufträge umsetzte.

Wenn bei einzelnen Entwicklungsfragen auf dieses oder jenes Erzeugnis Bezug genommen wird, so wolle man daraus nicht auf eine Bevorzugung desselben schließen. Bei dem großen Umfang der elektrotechnischen Messe konnte es nicht auf eine lückenlose Erwähnung der einzelnen Verdienste ankommen, zumal in den beiden Messeheften schon viel Firmen zu Wort gekommen sind.

Elektromaschinenbau und Antriebe.

Von drehenden Umformern abgesehen, beschränkte sich der Elektromaschinenbau der Messe im großen ganzen auf Motoren. Darin fanden zunächst die an sich bewährten Modelle eine weitere Entwicklung in der Form ihres Ein- oder Anbaues an das Werkzeug, wie dies schon in dem Sonderheft „Antriebe“ der ETZ 1934 eingehend dargelegt worden ist. Man strebt danach, Raumbedarf und Kraftweg zu verringern, Störungs- und Verlustquellen auszuschalten, an Übersichtlichkeit und Bedienungszeit zu gewinnen und durch alles dies die Leistung und Betriebsicherheit zu erhöhen.

Ein besonderes Augenmerk ist auf gute Lüftung der Motoren und auf Erhöhung des Wirkungsgrades gerichtet worden. Die Leistung auf 1 kg Motorgewicht konnte bedeutend erhöht werden. Durch gute Lagerung und Auswuchtung wurde ein ruhiger und gleichmäßiger Lauf der Motoren erreicht.

Man findet heute auf der ganzen Linie bei kleinen und kleinsten Motoren geschweißte Stahlblechgehäuse. Die s. Z. von Dencker empfohlenen Einphasen-Anwurfmotoren haben sich bis in die neueste Zeit gut eingeführt, und nicht nur die Landwirtschaft macht von ihnen wegen ihres einfachen Aufbaues weitgehend Gebrauch. Schon die fortschreitende Umstellung der Netze von Gleichstrom auf Drehstrom hat die Nachfrage nach solchen Motoren laufend erhöht. Für den Anschluß an die Lichtleitung waren Einphasenmotoren für hohes Anlaufmoment entsprechend dem jeweiligen Verwendungszweck in Sonderbauarten mit Kondensator zu sehen. Das Anzugmoment des Motors beträgt etwa das Dreifache des Nenndrehmoments. Ein 2 PS-Motor nimmt bei 220 V einen Anlaufstrom von weniger als 10 A auf und läßt sich an ein gewöhnliches Lichtnetz anschließen. Der Motor hat weder Kommutator noch Schleifringe, benötigt nur geringe Wartung und verursacht keine Rundfunkstörungen. Auch die Motoren mit Stromdämpfungsläufer für Vollastanlauf waren vertreten.

Von den Drehstrommotoren findet der Nebenschlußmotor in vielen Industriezweigen, besonders in der Faserstoffindustrie, wegen seiner stetigen Regelung neuerdings mehr Eingang. Das auf seiner Schaltung ruhende Patent ist seit der vorjährigen Messe erloschen, so daß jetzt seine Ausführung Allgemeingut geworden ist. Als Spinnmotor ist er ein lohnender Ausfuhrartikel. Für größere Motoren und wo gröbere Regelung zulässig, hat sich der Polumschaltmotor gut eingebürgert, z. B. bei Werkzeugmaschinen, wo eine Regelungsstufe längere Zeit in Schaltung bleiben kann.

Eine für die Ausfuhr bedeutsame Neuerung, bestehend in sog. Aluminiummotoren, wurde gezeigt. Bei ihnen finden einheimische Baustoffe Verwendung, und die Leistung wird wegen der größeren Wärmeleitfähigkeit gesteigert.

Auch Gleichstrommotoren wurden in verschiedenen Formen, geschlossen mit Außenlüftung, spritzwassergeschützt u. dgl. gezeigt. Als Sonderausführung hatte die AEG einen Kinoumformer für Umformung von Drehstrom-Normalspannung in die übliche Projektionslampenspannung von 85 V ausgestellt.

Daß auch die viel verwendbaren Getriebemotoren in verschiedenen Bauformen nicht fehlten, sei nebenbei bemerkt. Ebenso die mannigfaltigsten Formen des Ein- und Anbaues von Motoren in Werkzeugmaschinen. Da diese in Halle 9 „Werkzeugmaschinen“ gezeigt wurden, werden sie im folgenden Bericht zu behandeln sein.

An besonderen Verwendungsarten des Motors seien die Antriebe für Pumpen, Schieber, Ventile u. dgl. sowie noch der Küchenmotor in seinen Spielarten genannt, der in seiner universellen Verwendbarkeit sich längst einen

VDE-Mitgliederversammlung, 20. bis 23. Juni 1935 in Hamburg

Digitized by Google

stetig zunehmenden Absatz gesichert hat. Man sah z. B. einen solchen Kleinmotor mit 7 zugehörigen Aufsteckmaschinen.

Unter den verschiedenen Antriebsarten sei eine Neuerung der Brown, Boveri Ges., Mannheim, für Zuckerzentrifugen erwähnt, bei der die Beschleunigung mit Unterbrechung erfolgt, was für den Betrieb in der Füllungsperiode günstiger ist als eine ununterbrochene Beschleunigung. Bei der besonders im Untertagebetrieb in zunehmendem Maße zur Anwendung kommenden Elektrotrommel liegt, wie schon früher bei Rollgängen im Walzwerksbetrieb ausgeführt, der umlaufende Teil des Motors im Werkzeug selber, also hier in den das Förderband tragenden Rollen, wodurch man ein besonderes Getriebe und an Raum spart.

Steuerungen.

Die fortschreitende Ausbildung der Steuerungen und zugehörigen Geräte war darauf gerichtet, der jeweiligen Eigenart des Betriebs Rechnung zu tragen und die Handhabung tunlich zu vereinfachen. Besonders die für hohe Schaltleistungen und Schalthäufigkeit in Anwendung kommenden Schützsteuerungen und Nockenschaltgeräte haben zunehmende Verbreitung gefunden. Das Sachsenwerk, Niedersedlitz, hatte z. B. derartige Steuerungen für Sonderantriebe aller Art zur Messe gebracht, darunter einen ferngesteuerten Nockenschalter. Ein festes Absatzgebiet hat der auch wieder auf der diesjährigen Messe vorgeführte selbsttätige elektrische Schnellregler von Neufeldt & Kuhnke, Kiel, behauptet, der mit seinem Flüssigkeits-Hilfsgetriebe beliebig hohe Steuerkräfte beherrscht und viele Verwendungsmöglichkeiten findet. Er stellt grundsätzlich ein elektrisch gesteuertes mechanisches Relais dar, bei dem schon durch die geringsten Verstellkräfte Steuerkräfte von mehreren Tonnen ausgelöst und damit beliebige Regelungseinrichtungen betätigt werden können.

Über Druckluft- und andere Fernsteuerungen wird bei den Schaltern berichtet werden. Als ein zugkräftiger Messe- und Verkaufsartikel haben sich die Leuchtschaltbilder für Industrieanlagen aller Art, z. B. Getreidespeicher, Braunkohlengruben, Umschlaganlagen u. a., erwiesen. Sie stellen eine Art folgerichtiger Entwicklung der Fernsteuerungen zu einer Hauptwarte, Befehlstelle oder Zentralsteueranlage dieser Einzelbetriebe dar, die diese sicher und übersichtlich gestaltet. Durch elektromechanische Verriegelungen läßt sich ein selbsttätiges Ineinandergreifen aufeinander angewiesener Betriebsteile solcher Anlagen sowie bei Störungen auch ihre Abtrennung und Stillsetzung herbeiführen. Die in verschiedenen Farben an einer Tafel aufleuchtenden Schaltwege geben dem Wärter über den jeweiligen Steuerstand Gewißheit, die durch akustische Signale noch erhöht werden kann.

Einen ganz neuen Weg hat man mit den trägheitslosen Steuerungen beschritten. Sie arbeiten mit Elektronenröhren, gittergesteuerten Entladungsgefäßen oder Photozellen und reagieren demgemäß auf die geringsten Änderungen des ihnen eigentümlichen Beharrungszustandes. Bisher nur in Forschungstätten bearbeitet, sind sie heute schon in verschiedene praktische Betriebe der Beleuchtung und Kraftübertragung eingedrungen, wo sie nicht nur Verrichtungen ausüben, die mit elektromechanischen Steuerungen nicht zu bewältigen waren, sondern letztere durch einfachere, billigere und empfindlichere Einrichtungen, besonders für Feinregelungen ersetzen. Die AEG und S & H hatten einige lichtelektrische Steuerungen auf der Messe vorgeführt.

Leitungen.

Die Industrie für Leitungsmaterial befindet sich in ständiger Bewegung und zeigt u. a. besonders deutlich, daß der teilweise Übergang zu heimischen Baustoffen auf der ganzen Linie, technisch wie wirtschaftlich, als ein Fortschritt gilt. Die Kabel, Frei- und Hausleitungen und die Leitungen des Maschinen- und Gerätebaus bilden ein großes, in die ganze Elektrotechnik tief eingreifendes Gebiet. Das 1. Messeheft der ETZ hat sich schon eingehend mit Einzelheiten von Leitungen in Draht und Kabeln beschäftigt, was hier wiederum als bekannt vorausgesetzt wird.

Die für hohe Spannungen in die Kabelpraxis seit einigen Jahren eingeführten und hier als bekannt vorausgesetzten Ölkabel und Druckkabel haben sich in den versuchsweise damit ausgerüsteten Anlagen so gut bewährt, daß nun zu einer umfangreichen Anwendung geschritten werden konnte, darunter eine Anlage in Dänemark für 55 kV und eine deutsche Anlage für 60 kV. Felten & Guilleaume, Köln-Mülheim, zeigten Muster und Modelle solcher Kabel für 100 MVA und 150 kV nebst den zugehörigen Endverschlüssen. Ausführungen für 220 kV sind in Vorbereitung. Es können hiermit alle wichtigen Energieversorgungen im ganzen oder in besonders hierfür in Frage kommenden Strecken zur größeren Sicherheit des Betriebes verkabelt werden.

An Stelle der als blanke Bleikabel mittels Tragringen an einem Tragseil aufgehängten Luftkabel für Fernmeldeanlagen haben Felten & Guilleaume in Zusammenarbeit mit der Reichspost eine neue Bauart entwickelt, die in einem selbsttragenden Luftkabel besteht. Der Bleimantel ist höher legiert und zum Schutz gegen Korrosion mit einem Kompound- und Teerpapierbelag versehen. Eine Bewehrung aus Stahldrähten, die durch eine darüber gebrachte Stahlband-Gegenspirale zusammengehalten wird, umschließt das Kabel vollkommen. Lebensdauer und Betriebsicherheit dieses Kabels sind höher. Die neue Bauart bietet wie alle Luftkabelanlagen den Vorteil, Kabel mit geringen Reservesprechkreisen verlegen zu können.

Die systematische Verfolgung der im In- und Ausland schon seit langen Jahren gepflegten Verwendung von Aluminium für Starkstrom-Freileitungen hat zu neuen Gesichtspunkten bezüglich der Ausbildung des zugehörigen Materials, wie Klemmen, Verbinder, Kabelschuhe, Sammelschienen usw. geführt. Bezüglich der Kontaktflächengröße, des Kontaktdrucks, der Festigkeit und der Korrosionsgefahren mußten neue Wege beschritten werden, woraus sich ein heute in jeder Beziehung neuartiges und vollwertiges Material entwickelte. Die Messestände von Felten & Guilleaume, Hofmann, Lindner, Weckmar u. a. brachten dieses zur Anschauung.

Die bei Durchführungen auftretenden Schwierigkeiten einer genauen axialen Einstellung haben Hermsdorf-Schomburg durch eine sog. Gewindeflansch-Durchführung behoben, die bereits auf der vorigen Messe gezeigt wurde[1]). Da sie in der Zwischenzeit alle Erwartungen erfüllt hat, war sie auch diesmal wieder auf der Messe zu sehen. Sie eignet sich wegen ihres leichten und genauen Einbaues auch zur Einführung der Leitungen in ältere Schalter.

Im Isolatorenbau kommt der Vollkernisolator (VK) wegen seiner elektrischen Durchschlagsicherheit in zunehmendem Maße zur Anwendung. Der Bau von kittlosen Hochspannungsisolatoren und -durchführungen ist Brauch geworden. Die Klöppellöcher werden zur Vermeidung von Rundfunkstörungen metallisiert.

Das im Motor- und Gerätebau verwendete Wickelmaterial ist zwecks Ersparnis einer durchgreifenden Prüfung unterworfen worden. Dabei hat sich gezeigt, daß, wenn man eine asbesthaltige Isolierung verwendet, der Leiterquerschnitt beträchtlich stärker belastet werden kann, ohne daß die zulässigen Temperaturen der Wicklungen überschritten werden. Diese für gewisse Fälle schon in großen Mengen zur Verwendung kommenden Drähte, z. B. Apyroldraht der AEG oder Neptun-Asbest-Draht der Felten & Guilleaume AG., sind trotz der Zuhilfenahme ausländischen Isolierstoffes devisensparend, weil die Wicklungen die höchste Ausnutzung des Leitermaterials ermöglichen. Die F & G haben letzthin für Drahtbewicklung auch den ganz aus deutschen Rohstoffen hergestellten Isolierstoff „Cuprophan" neu herausgebracht, der aus einem Zellhautgrundstoff besteht, der mit einem Bindemittel gemengt und in Wickelbänder geschnitten wird.

Dieselben Zwecke verfolgt das kurz vor der Messezeit von A. Meißner entwickelte und von der AEG herausgebrachte Quarzkompound[2]), das sich für manche Zwecke, z. B. für Schützspulen, schon als recht vorteilhaft erwiesen hat.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 223.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 1193.

Digitized by Google

Über besondere Leitungen für Hausinstallationen wird bei diesen berichtet werden.

Überspannungschutz.

Starke Beachtung fand auch in diesem Jahre wieder der Überspannungschutz. Diese Messestände waren von Interessenten, besonders aus Elektrizitätswerkskreisen, dicht umlagert. Auch das Ausland bezeigt nach wie vor an diesem Artikel ein hohes Interesse. Nachdem die im Laufe der Zeit vom VDE durchgeführten Erhöhungen der Isolierfestigkeit und der Prüfspannungen und der Einbau von Erdschlußlöschvorrichtungen die aus Schaltungen und Erdschlüssen entstehenden Überspannungen für die Elektrizitätswerke als unbedenklich erwiesen haben, hat sich deren Augenmerk dem Schutz vor Gewitterüberspannungen zugewandt. Die bis dahin für die vorgenannten Überspannungen verwandten Vorrichtungen, wie Hörnerableiter und Drosselspulen, haben sich für Gewitterüberspannungen als wenig wirksam erwiesen, so daß sie, als für diese in den vergangenen drei Jahren neue Schutzvorrichtungen ausgebildet wurden, aus der Mode kamen. Der neue Überspannungschutz ist nun auch im vergangenen Jahre Gegenstand von Forschungen und Vervollkommnungen gewesen, nachdem das ihm zugrunde liegende Prinzip der Zerteilung des Wanderwellenstroms in zahllose Glimmfunken und der Vorschaltung von Funkenstrecken für das Ansprechen der Ableiter und die spätere Abtrennung des eigentlichen Ableiterelements von der Betriebspannung sich als richtig erwiesen hatte. Diese Schutzvorrichtung entzieht der Überspannungswelle erheblich Energie, verflacht sie also nicht nur. Das Verhältnis der Ansprechspannung zur Betriebspannung ist klein, etwa 2,0 bis 2,5, so daß der Überspannungschutz auch in ältere Anlagen mit geringerer Isolierfestigkeit eingebaut werden kann. In Anlagen mit Deïon-Schalter lagen diese Werte noch sehr viel ungünstiger.

Die SSW zeigten eine Reihe ihrer Kathodenfall-Ableiter[3]), bei denen Verbesserungen durch Erzielung eines verzögerungsfreien Ansprechens des Ableiters, durch weiter erhöhte Stromaufnahmefähigkeit und weitergehende Empfindlichkeit gegen Überspannungen und höhere Netzspannungen erzielt worden sind. Der Ableiter ist damit den Beanspruchungen durch Gewitterüberspannungen weiter angepaßt worden. Durch eine besondere Ausführung haben die SSW jetzt auch Kathodenfall-Ableiter für Ortsnetze und Hausinstallationen geschaffen, womit also die induzierten Überspannungen in den letzten Ausläufern des Versorgungsnetzes auf Werte begrenzt werden, die einen Regelbetrieb der Verbrauchsanlage während des Überspannungsvorganges ermöglichen. Weiter führten die SSW erstmals eine ganze Schutzanlage mit diesen Ableitern im praktischen Betriebe vor, in der Überspannungen von 150 kV auf Stützer und Durchführungen verschiedener Isolationsreihen geleitet wurden und da Überschläge hervorriefen, die nach Zuschaltung eines Kathodenfall-Ableiters vermieden wurden.

Auch der von der AEG nach den obigen allgemeinen Linien in langjähriger Forschungsarbeit entwickelte Überspannungschutz stellt gleichsam ein Sicherheitsventil der Anlage gegen Gewittereinflüsse dar. Das Ableiterelement besteht zunächst aus einer Anzahl Platten aus stark spannungsabhängigem Widerstandstoff, wodurch sehr hohe Ableitungstromstärken erreicht werden und beim Verschwinden der Überspannung nur ein sehr kleiner Netzstrom nachfolgen kann. Sodann ist in den Ableiter eine Mehrfachlöschfunkenstrecke eingebaut, die den Widerständen vorgeschaltet ist. Sie besteht aus einer Reihe von durch Glimmerringe getrennten Kupferscheiben und ist so ausgestaltet, daß auch bei kürzester Stoßdauer und steiler Wellenstirn ein verzögerungsfreies Ansprechen erfolgt. Der Stoßfaktor dieser SAW-Ableiter liegt nur wenige Prozente über dem Wert 1 und kann auch noch erheblich kleiner eingestellt werden. Das Gehäuse besteht aus Hartpapier für Innenräume bzw. Porzellan fürs Freie und ist atmungsfest abgedichtet. Das Innere ist mit einem trockenen Gas gefüllt. Für schwierige Isolationsverhältnisse hat die AEG Sonderformen des Ableiters neu entwickelt, darunter auch einen Schutz für Fernsprechsperren in Hochspannungsleitungen.

Die Schiele & Bruchsaler Ind.-Werke AG. (SBIK) haben die bewährte Besagsche Grundform ihres „Blitzwart" bei dessen weiterer Entwicklung beibehalten: die Hauptfunkenstrecke liegt in Reihe mit dem Begrenzungswiderstand und der Blaswicklung, zu der die Schutzfunkenstrecke parallel liegt. Letztere schützt die Blaswicklung gegen Steilwellen. Die neue, durch sachgemäßes Herstellungsverfahren billigere Form wurde zum ersten Male auf der Messe gezeigt.

Hochspannungs- und Hochleistungschalter.

Die Entwicklung der neuen Hochspannungschaltgeräte ist den beschrittenen Weg der öllosen und ölarmen Schalter weitergegangen. Es haben sich ihm nun alle einschlägigen Firmen zugewandt, und es ist dieser Industrie, wie die stetig zunehmenden Lieferlisten beweisen, nun schon in weitem Maße gelungen, das Vertrauen der Elektrizitätswerke, auch im Ausland, zu erringen. Die verschiedenen Systeme erfüllen alle ihren Zweck, so daß einige Firmen sich der Herstellung mehrerer Systeme zugewandt haben, um, wenn ihre befürwortete Bauart der Idee des Bestellers nicht paßt, sofort dessen sonstigen Wünschen entsprechen zu können.

Schalter über 20 bis 30 kV erhalten eine mit einer geringen Menge Öl gefüllte Kammer, in welcher der Lichtbogen nach dem Expansions-, Ölstrahlungs- oder Ölströmungsprinzip, oder wie man es sonst nennt, zum Erlöschen gebracht wird. Die eine Klasse für sich bildenden Druckluftschalter haben sich in einer einheitlichen Form über die ganze Spannungsreihe entwickelt.

Das ganze Gebiet dieser neuen öllosen bzw. ölarmen Hochleistungschalter liegt nun als eine abgeschlossene Erscheinung da und ist für die Leipziger Messe ein um so erfreulicheres Bild, als das Problem zuerst in Deutschland aufgegriffen und in die Praxis des In- und Auslandes eingeführt worden ist.

In Anbetracht der zunehmenden Bedeutung ihrer Expansionsschalter für die Starkstromtechnik zeigten die SSW die gesamte Entwicklungsreihe dieser Schalter, die neue wichtige Ergänzungen erfahren hat, z. B. den billigen Handantrieb für kleine und mittlere Anlagen. Außer den bisher bekannten Bauformen dieser Schalter wurden erstmalig die neuen öllosen Säulenschalter der Firma für 20 bis 30 kV und 200, 400 und 500 MVA Abschaltleistung vorgeführt. Diese Schalter haben vorgeschaltete Trennmesser, deren Betätigung zwangläufig mit dem Schaltvorgang in der Expansionskammer verbunden ist. Die Schalter können mit Hand- oder Fernantrieb (Druckluft) versehen werden. Von den ölarmen Schaltern mit vorgeschalteter Lufttrennstrecke war auf dem Freigelände gegenüber dem Haupteingang des Hauses der Elektrotechnik ein Freiluftschalter für 150 kV Betriebspannung und 2400 MVA Abschaltleistung aufgestellt worden.

Der Druckgasschalter der AEG in Säulenbauart ist gleichfalls in einer vollständigen Reihe entwickelt worden, die Spannungen von 30 bis 200 kV und Abschaltleistungen von 500 bis 2500 MVA umfaßt. Es ist mit Hilfe neuer, besonderer Düsenformen gelungen, bis zu den höchsten Spannungen mit einstufiger Unterbrechung auszukommen. Über 60 kV werden die drei senkrechten Schaltsäulen nicht mehr an einen gemeinsamen Druckgaskessel angebaut, sondern je mit einem eigenen Kessel ausgerüstet. Auch als Einzelschalter, der mit Kompressor und Luftbehälter eine abgeschlossene Einheit bildet, ist der Druckgasschalter in der Praxis vertreten. Die Schalterform für Wandmontage wurde vereinfacht und gleichfalls in einer Reihe einheitlich entwickelt. Der Druckluftantrieb ist in den Schalter eingebaut, so daß sich die Schaltkräfte innerhalb der Grundplatte ausgleichen.

Die von Voigt & Haeffner, Frankfurt a. M., gebaute „Druck-Ausgleichs-Löschkammer", in der die Wechselwirkung zwischen Lichtbogen und Öl so gesteuert wird, daß nur sehr geringe Gas- bzw. Dampfmengen gebildet werden, ist der Ort, an dem sich der gesamte Schaltvorgang abspielt, so daß sie den eigentlichen Schalter darstellt. Sie bildet also den wesentlichsten Teil der Hochleistungschalter mit kleinsten Ölmengen und läßt sich

[3]) S. 2. Messeheft der ETZ 56 (1935) S. 310.

Digitized by Google

auch in vorhandene Ölschalter alten Systems unter geringfügigen Änderungen einbauen, wodurch diese zu ölarmen Schaltern werden. Diese haben sich in der Praxis bereits gut bewährt. Außer diesen Schaltern zeigte die Firma auch noch ihre Wasser- und Druckluft-Hochleistungsschalter mit eigenartiger Blasung.

Brown, Boveri & Cie., Mannheim, waren auf der Messe mit einer durchgeprobten Reihe reiner Wasserschalter besonderer Bauart von 10 bis 30 kV vertreten. Um eine sehr hohe Aus- und Einschaltgeschwindigkeit zu sichern, werden Kraftspeicher (mit Hand oder Motor gespannte Federn) oder Druckluftantrieb verwendet. Über 30 kV bis 220 kV liefern BBC ihre bekannten, auch in Leipzig ausgestellten Konvektorschalter, einen ölarmen Schalter mit einer labyrinthartig unterteilten Kammer, der seinerzeit als Ersatz für Großkessel-Ölschalter in die Praxis eingeführt wurde.

Über die von anderen Firmen entwickelten Hochleistungschalter der hier behandelten Arten ist in den Messeheften der ETZ schon berichtet worden.

Stromrichter.

Es bot einen besonderen Reiz, die Messedarbietungen eines Fabrikationszweiges zu beobachten, in dem Deutschland seit jeher führend ist. Die drei Arten von Stromrichtern: Quecksilberdampf-Gleichrichter, Glühkathoden-Gleichrichter und Trockengleichrichter sind nun so weit entwickelt, daß sie zuverlässige Verkaufsobjekte bilden und eine jede ihr sicheres Anwendungsgebiet in der Praxis gefunden hat. An einer größeren Zahl ausgestellter Gleichrichter für verschiedene Spannungen und Stromstärken ließ sich die sorgfältige Weiterbildung erkennen, die diese Geräte im Sinne der Erhöhung der Betriebsicherheit, der Gewichtsverminderung und der Zweckmäßigkeit erfahren haben. Der Bau von Großgleichrichtern hoher Stromstärken hat hauptsächlich in der chemischen Industrie zu umfangreichen Bestellungen geführt. Die gittergesteuerten Stromrichter haben die auf sie gesetzten Hoffnungen schon heute weitgehend erfüllt, so u. a. zwecks Spannungsregelung beim Anfahren und Regeln großer Maschinen, wie den Walzenzugmaschinen. Die Trockengleichrichter sind wegen ihrer langen Lebensdauer und Unverwüstlichkeit für viele hier in Frage kommende kleinere Stromversorgungsanlagen sehr begehrt. Durch weitere Fortschritte konnten bei Steigerung ihrer Leistung die Abmessungen verringert werden.

Schaltgeräte.

Die sonstigen Schaltgeräte sind im Schritt mit dem Ausbau der Industrienetze weiter entwickelt worden. Die Kurzschlußleistungen, die betriebsmäßigen Überlastungen, die Betätigung der Schalter am Ort durch Fernschaltungen, die Anforderungen der verschiedenen Betriebe an genauer und feinunterteilter Einstellung u. a. m. gaben erneut Anlaß, die Schalteinrichtungen zu überprüfen und zu verfeinern. Die Messe bot hier viel Beachtenswertes, z. B. den Druckluftantrieb, worüber im einzelnen schon in den Messeheften der ETZ berichtet worden ist. Auch in dieser Anpassung der Schalteinrichtungen an die verwickelten Bedingungen der Betriebe ist die deutsche Elektrotechnik führend geworden und geblieben, das zeigte das fachmännische Interesse der Messebesucher an diesen Ständen.

Von Einzelheiten wäre noch der von Schoof angegebene Motorschutzschalter der AEG zu erwähnen, der als Kleinölschalter mit Wärmeauslösern bzw. elektromagnetischer Schnellauslösung und Schlaganker gegen Überlastungen bzw. Kurzschluß eine hohe Sicherheit bietet und in den Fällen, wo ein Verbraucherkreis gegen Überlastung und Kurzschluß zu sichern ist, der Anordnung Schalter—Schmelzsicherung vorzuziehen ist. Dieser schützähnliche Schalter hat sich in der Praxis bereits eingebürgert.

Auch der seit Jahren bewährte SBIK-Motorschaltwart, ein gußgekapselter Kleinölschalter mit thermisch-verzögerter Überstromauslösung, war wieder auf der Messe vertreten. Motorsicherungen fallen bei diesem Schalter ebenfalls fort. Er kann auch für Motoren mit schweren Anlaufbedingungen Verwendung finden. Von der gleichen Firma wurde zum erstenmal auf der Messe ein 15 A-Kleinluftschütz mit auswechselbaren Zugspulen entsprechend der Steuerspannung gezeigt, das durch einfachen Einbau eines thermischen Auslösers in einen fernbetätigten Motorschutzschalter verwandelt werden kann. Die Schalthäufigkeit dieses Schalters wurde gegen seine frühere Bauart stark erhöht.

Wie sehr sich die Kleinselbstschalter in den letzten Jahren in den verschiedensten Betrieben eingeführt haben, war überall ersichtlich. Die schon auf der vorigen Messe gezeigten Schalter mit Leitungschutz, d. h. mit einer Charakteristik, die eine stärkere Ausnutzung der Leitungen als bei Schmelzsicherungen zuläßt, sind weiterentwickelt worden, zumal sie bei der zunehmenden Elektrisierung des Haushalts von größter technischer und wirtschaftlicher Bedeutung sind. U. a. hatten SSW solche Schalterreihen, wie auch eine neuentwickelte Selbstschalterreihe ausgestellt, die als Luftschalter für Fernsteuerung hauptsächlich für Verwendung im Dauerbetrieb als Motorschutzschalter durchgebildet wurde.

Neben Schaltern gleicher Gattung und sonstigen Schaltern aller Art hatten Voigt & Haeffner, Frankfurt a. M., einen für die an Bedeutung ständig zunehmenden Anzapftransformatoren bestimmten Regelungsschalter zur Messe gebracht, bei dem Stufenwähler und Lastschalter vereinigt sind. Die einzelnen Schalterpole sind unmittelbar auf dem Transformatordeckel, ohne Verlegung einzelner Teile ins Innere des Kastens, untergebracht. Der Einbau ist einfacher, da nur die Verbindungsleitungen zu den Anzapfungen zu verlegen sind.

Eine beachtenswerte Entwicklung erfuhr der Schalterbau für Röntgenanlagen, und zwar sowohl für die Diagnostik- und Therapieanlagen, wie auch für industrielle Anlagen zu Materialuntersuchungen, die mehr und mehr in Aufnahme kommen. Da die handbedienten Schalter sich als unzureichend erwiesen, insbesondere wenn sie vom Bedienenden nicht beobachtet werden konnten, war die Einführung einer Motorfernsteuerung geboten. Die Brown, Boveri-Ges., Mannheim, hatte eine vollständige, sehr übersichtliche Schaltanlage aufgestellt und im Betrieb vorgeführt. Viele Röntgenanlagen arbeiten noch ohne Vollschutz, haben also weder berührungsichere Röhren noch solche Leitungen. Bei der hier vorgeführten Anlage hat der Bedienende unmittelbar über dem Schalttisch der Röntgenanlage in der strahlensicheren Steuerkabine griffbereit die Schaltapparatur für die Trennschalter sitzen. Farbig leuchtende Schriftzeichen signalisieren eindeutig die jeweilige Schalterstellung. Mechanische und elektrische Verriegelungsvorrichtungen schließen Fehlschaltungen aus. Die Schaltmesser liegen während des Schaltvorganges in voller Sicht. Es kann jeweils nur ein Röntgen-Arbeitsplatz mit Spannung versorgt werden, alle anderen Zuleitungen sind verriegelt. Nullstellung zwischen je zwei Schaltstellungen, also Spannungsfreiheit aller angeschlossenen Röntgengeräte, auch bei eingeschaltetem Transformator.

Einen beachtlichen Fortschritt im Schalterbau und zugleich in der Verwendung der Kurzschlußankermotoren wies der in seiner letzten Vervollkommnung von der Knorr-Bremse AG., Berlin, auf der Messe im Betrieb vorgeführte Anlaßschalter[4]) von Obermoser, die sogen. Albo-Kupplung, auf. Der zum Einschalten von Kurzschlußankermotoren dienende Schalter ist ein veredelter Stern-Dreieck-Schalter, dessen für den Anlaßvorgang wichtige Handhabung hier Gegenstand der Neuerung ist. Sie vollzieht sich nach einer ersten Hebelbewegung vollkommen selbsttätig in wenigen Sekunden. Der Strom in der Anlaßstufe ist selbst bei Motoren größter Kurzschlußstromaufnahme ausreichend klein. Mit diesem unscheinbaren, kleinen Schalter wird der einfache, wertvolle Kurzschlußankermotor dem Schleifringankermotor elektrisch nicht nur ebenbürtig, sondern durch die Verhinderung willkürlicher Fehlschaltungen sogar überlegen, was sowohl für den Verbraucher wie für die Elektrizitätswerke wichtig ist.

Sehr erfreulich war endlich die auf der Messe zu machende Beobachtung, daß die kleinen Stöpselautomaten des deutschen Marktes nach wie vor im In- und

[4]) ETZ 46 (1925) S. 521; 48 (1927) S. 76, 721; 50 (1929) S. 223; 55 (1934) S. 457; 56 (1935) S. 250.

Digitized by Google

Auslande stark gefragt werden. Ihr Anwendungsgebiet erweitert sich ständig und ihre Entwicklung hält damit Schritt.

Die auf der Messe gezeigten Hochspannungs-Schmelzsicherungen lassen deutlich die Linie der neuzeitlichen Entwicklung erkennen, die darauf hinausgeht, die Leistungen den Netzen hoher Kurzschlußleistungen anzupassen. Es ist heute möglich, Leitungen und Verbraucher bis zu Leistungen von 2000 kVA mit Hochspannungs-Schmelzsicherungen zu schützen, deren Abschaltleistungen noch über 400 MVA gehen. Weiter hat die Entwicklung den aus den Betrieben laut werdenden Wünschen nach schnell bzw. langsam und selektiv abschaltenden Sicherungen dadurch Rechnung getragen, daß auch die Niederspannungs-Hochleistungs-Schmelzsicherungen für die verschiedenen Einbaumöglichkeiten auf dem deutschen Markt zur Verfügung gestellt wurden.

Installation.

Der Installateur fand, wie schon den Berichten in den Messeheften zu entnehmen war, auch auf der diesjährigen Messe viel Anregung und Anweisung. Leider scheint dem Installationsgewerbe der Wert der Leipziger Messen noch nicht zum Bewußtsein gekommen oder gebracht zu sein, denn dieser Besuch läßt außerordentlich zu wünschen übrig. Man verläßt sich hier offenbar ganz auf einzelne Vertreterbesuche der Industrie und glaubt, damit genug getan zu haben. Auf dem Installationsgebiet war nun in Leipzig, wie in früheren Jahren, wieder eine überwältigende Menge und große Mannigfaltigkeit wahrzunehmen, und zwar sowohl in altbewährten als auch neuen guten Sachen. Man bemerkte auch Verbesserungen in den Anschluß- und Montagemöglichkeiten und in der Güte der verwendeten Werkstoffe, sodann in der Förderung der Formenschönheit. Das ließ sich u. a. an dem WECO-Material und an einer fertigen Installationsanlage der SSW beobachten.

Die Entwicklungslinien der Installationsgegenstände zeigen in zunehmendem Maße die Verwendung von Preßstoffen für Innenteile und Gehäuse. Weiter ist das Bestreben erkennbar, durch Vereinfachungen und Vereinheitlichungen der Aufbauteile die Ersatzhaltung zu verringern.

An Haushaltungsgegenständen begegnete man wieder manchen alten Bekannten, die sich ihren Markt gesichert haben, wie Staubsaugern, Waschmaschinen, Wäscheschleudern, der Protos-Kaffeemühle mit ihrem neuartigen Motor, Kühlschränken bewährter Typenreihe mit verschiedenen Neuerungen, wie z. B. dem Springschloß, das bei vollen Händen mit dem Ellenbogen oder dem Knie durch leichten Druck zu öffnen ist. Es zeigt sich hier überall das Bestreben der Industrie, durch Verkleinerung der Modelle die Anschaffung auch für minderbemittelte kleine Haushaltungen zu erleichtern und ihre Handhabungen unter gleichzeitiger Erhöhung der Betriebsicherheit weitgehend zu vereinfachen. Die Einführung auf den Markt im In- und Auslande, z. B. bei Kühlschränken, ist aussichtsreich, zumal die Elektrizitätswerke eine rege Werbung entfalten, so daß man zu Lagerauffüllungen mit kürzesten Lieferfristen schreiten kann.

An isolierten Leitungen zeigte die Rheinische Draht- und Kabelwerke G. m. b. H., Köln, einen umhüllten Rohrdraht, die sog. Nikorro-Leitung, für feuchte Räume, die einen gefalzten Metallmantel hat, bei großer Eigensteifigkeit leicht von Hand biegbar, daher ohne Spezialwerkzeug verlegbar ist und eine große Korrosionsfestigkeit und Säurebeständigkeit besitzt.

Beleuchtung.

Die Beleuchtungsindustrie war u. a. bestrebt, besonders leichte Leuchten für den Export zur Verminderung der Zoll- und Frachtkosten herauszubringen. In Beleuchtungskörpern bemerkte man ein Abgehen von Bronzegegenständen. Für Außen- und auch Innenleuchten bevorzugt man Porzellan oder weißes Glas; Hausnummerleuchten in wasserdichter Ausführung.

Der Luftschutz hat eine Reihe neuartiger Leuchten gezeitigt. Körting & Mathiesen AG., Leipzig, haben zu dem Zweck neue Leuchtenansätze durchgebildet, die bei Aufruf des Luftschutzes an Tiefstrahler und Werkplatzleuchten gleichsam als Fortsetzung des Leuchtenschirmes angesetzt werden und zur Abfilterung der gelben und roten Strahlen, zur Herabsetzung der Beleuchtungstärke und zur Abschirmung des seitlich austretenden Lichtes dienen.

Ernst Rademacher, Düsseldorf, brachte seine altbewährten Modelle von bruch- und wassersicheren Handleuchten von 15 bis 200 W zur Vorführung. Fortschreitende Entwicklung zeigten die Beleuchtungskörper der Kraftwagen und die neuzeitliche Metalldampf-Außenbeleuchtung. Die Osram-Gesellschaft gab an ihrem Ausstellungstand Verbrauchs- und Leistungszahlen von Metalldampflampen, Quecksilberdampf- und Natriumdampflampen bekannt, welche die wirtschaftliche Überlegenheit dieser Lampen deutlich machten.

An besonderen Ausführungen waren schlagwettersichere und explosionsgeschützte Leuchten und Leuchtenformen von Natriumdampflampen mit Opalglasreflektoren für niedrige Innenräume mit hellen Decken und Wänden zu sehen. Die AEG brachte als eine Neuerung ein mit Steckkontakt oder Gewindestöpsel versehenes „Kleinlicht" von der Form und nicht viel größer als eine Stöpselsicherung heraus. Darin sind ein Kleintransformator 220/4 V und eine Taschenlampen-Glühlampe eingebaut, letztere mit einem Hohlspiegel und Mattglasglocke versehen. Das Kleinlicht wird als Notbeleuchtung in Räumen aller Art und auch bei Fliegeralarm gute Dienste leisten.

Elektrowärme.

Daß ein Gebiet, welches seit Jahren Gegenstand von Sondertagungen, Hauptvorträgen und Sonderausstellungen ist, auf der Leipziger Messe im Hause der Elektrotechnik als Stammgast reich vertreten war, konnte man auch dieses Jahr wieder erwarten. Vertraute Gegenstände des Haushalts und der Industriestätten boten sich in letzter Vollendung wieder den Augen dar, daneben findet der verweilende Beobachter allerlei Merkmale weiterer Entwicklung.

Voigt & Haeffner AG. (Prometheus) zeigen zum erstenmal auf der Messe ihren neuen „Trockengehschutz" mit Schmelzlotrelais, wie solche bei den in den Beanspruchungen und der Leistung immer weiter vorgetriebenen Rapidkochern u. dgl. im Fall unachtsamer Handhabungen der Geräte erforderlich werden. Dieser Schutzschalter läßt sich zufolge seiner kleinen Abmessungen ohne weiteres am Kocher anbringen und arbeitet, wie man sich überzeugen konnte, rasch und sicher. Die Wiederingangsetzung des Kochers ist dann mit einem einzigen Griff möglich. Weiter führte Prometheus die vielseitige Verwendbarkeit der unverwüstlichen Backerrohr-Heizelemente zu Heizkörpern, Öfen, Trockenschränken, Röstern, Tauchsiedern usw. vor Augen.

Die Arbeiten an Heißwasserspeichern gingen in der Richtung einer Erhöhung ihrer Wirtschaftlichkeit und besseren Ausnutzung im Haushalt. Man hat nun überall Wärmeinhaltsanzeiger, die dem Verbraucher ein Mittel an die Hand geben, sich dem jeweiligen Zustand des Speichers anzupassen und günstigste Arbeitsweise zu erzielen. Durchlaufspeicher sind mit einer Kochstufe versehen worden, womit je nach Stellung eines einfachen Handschalters dem Speicher wahlweise heißes Wasser von 85 ° oder von nahezu 100 ° entnommen werden kann. Eine Sparschaltung ermöglicht es endlich, die Temperatur des Wassers dem jeweiligen Bedarf anzupassen.

Bei den Bügeleisen zeigte sich eine Entwicklung in der Richtung der erhöhten Sicherheit und einfacheren Bedienung. Die Zuleitung ist bei dem neuen Protos-Bügeleisen der SSW mit dem Eisen fest verbunden und wird aus dem Griff an dessen hinteren Ende herausgeführt. Auch der Abschalter ist am Griff angebracht.

Die Koch- und Heizgeräte von Ph. Rosenthal, Selb, haben sich in der Richtung einer vollständig in Porzellan gehaltenen Ausführung weiterentwickelt. Auch die neuartige Brat- und Grillhaube ist so ausgeführt und ermöglicht, die Speisen auf dem Teller, auf dem gegessen werden soll, in kurzer Zeit zuzubereiten. Die von der Firma

Digitized by Google

neu herausgebrachte sog. Elektrokochstelle in Porzellan ist in drei Stufen regelbar und zum Fortkochen eingerichtet, was ebenfalls auf der Tafel selbst erfolgen kann.

Eine Neuheit an den Protos-Herden und Bratrohren besteht in der Anordnung eines einschiebbaren Grillelements, das bei Nichtbenutzung in zwei Schienen unter dem Herd hängend aufbewahrt wird.

Sonst ist an Herden das Bestreben der Industrie zu erkennen, durch Wahl der richtigen Größe und zweckmäßigen, verbilligten Einrichtung den Kreis der Verbraucher ständig zu erweitern, d. h. das elektrische Kochen weiter ins Volk zu tragen. Ferner war das Augenmerk auf eine leichte Auswechselbarkeit der Kochplatten und Reinigung der Herdmulde gerichtet.

Die AEG brachte ebenfalls einige neue Modellgrößen zur Ausstellung, ferner auch eine der heute viel begehrten Kippbratpfannen, die besonders bei unvorhergesehener Massenverpflegung Anwendung findet. Diese Pfanne hat eine eckige Form von 860 × 800 mm, die eine bessere Verteilung und Bewegung des Bratgutes als runde Pfannen ermöglicht.

Unter den reich vertretenen Heizkissen fiel ein solches der SSW auf, bei dem die Regelung nicht durch Umschalten einzelner Teile der Heizwicklung erfolgt, sondern letztere nur in einem einzigen Stromkreis mit entsprechend stärkerem Querschnitt besteht und die Regelung durch einen Temperaturregler mit verstellbarer Eigenheizung bewirkt wird[5]). Dieser Regler schaltet je nach seiner Einstellung die Heizwicklung bei verschieden hoher Kissenwärme ab.

Auf dem Gebiet der Elektroöfen für die Industrie hat man an den alten bewährten Grundsätzen des Ofenbaues festgehalten. Man sorgt z. B. durch Luftumwälzung der Ofenheizung für eine gleichmäßige Erwärmung der Werkstoffe und wirtschaftliche Ausnutzung der Heizkraft. An Stelle von früher viereckig gestalteten Hochfrequenzinduktionsöfen bemerkte man die kesselförmige, also kreisrunde und festere Ofenform. Auch bei den Industrieöfen befolgte man den Grundsatz, durch Schaffung kleiner handlicher Modelle die Einführung in kleinen Betrieben zu fördern. Solche Öfen waren schon auf der vorjährigen Leipziger Messe zu sehen, haben sich also im verlaufenen Jahre gut eingeführt.

Der Ausbau der für elektrisches Schweißen bestimmten Geräte war ebenfalls auf handwerklichen Gebrauch gerichtet, also auf tunliche Verkleinerung der Abmessungen, leichte Ortsbeweglichkeit und vereinfachte Handhabung. Die größeren Maschinen sind fahrbar, die kleinen und kleinsten Geräte tragbar eingerichtet.

Die Lichtbogenschweißmaschinen der AEG haben an Stelle der bisherigen Regelung in drei Stufen, die durch Umlaschungen geschaltet wurden, neuerdings eine durchgehende Regelung erhalten. Die zugehörigen Transformatoren wurden vereinfacht und verbilligt und die Schweißmaschinen jetzt für Punkt- und Rollennahtschweißung gemeinsam eingerichtet.

Wie schon im Vorjahr, so waren auch auf der diesjährigen Messe gittergesteuerte Punkt- und Nahtschweißmaschinen zu sehen. Sie haben sich gut bewährt, da sie ein rasches Arbeiten, d. h. kurze Schaltzeiten unter $^1/_{1000}$ s, ermöglichen und einen höheren Metallschutz, besonders bei wärmeempfindlichen Metallen, gewährleisten. Es gelingt z. B., mit ihnen frauenhaardünne Drähte im Kreuz zu schweißen.

Bei den Schweißdrähten haften der Ummantelung gewisse Nachteile an, weshalb man sich von ihr durch Wahl und Gestaltung der Schweißgeräte freizumachen sucht. Man zieht deshalb zuweilen Gleichstromschweißungen vor und denkt auch an die Ausbildung von Hochfrequenzschweißmaschinen.

Akkumulatoren.

Die elektrischen Akkumulatoren sind als unentbehrliche Hilfsmittel vieler Betriebe auf der Technischen Messe im Hause der Elektrotechnik von jeher vertreten. Und immer sind es unscheinbare, aber wichtige Fortschritte, die sich in ihrer Entwicklung zeigen. Ein unbestrittenes Gebiet haben sie in den Elektrokarren. Da in letzter Zeit eine Normung der Fahrzeugbatterietröge und der Unterbringung der Batterien in den Fahrzeugen durchgeführt wurde, ist die Laufzeit der Fahrzeuge erheblich gestiegen und die Ersatzhaltung entsprechend gesunken.

Die Ladung, das sog. „Stromtanken", verdient in der ganzen Frage des Speicherantriebes von Fahrzeugen jeder Art die höchste Beachtung. Man ist der Lösung des Problems in der richtigen Verteilung der Laufzeiten und Stationierung der Fahrzeuge, wie auch durch den Batterieaustausch auch im laufenden Jahre immer näher gekommen. Die AFA, Berlin, und Gottfried Hagen, Köln, zeigen die verschiedenen Arten von Speicherplatten, von denen jede ihr besonderes Arbeitsgebiet behauptet. Daneben haben die Anlaß- und Beleuchtungsbatterien der Kraftwagen und die Speicher für den Rundfunk und die Fernmeldetechnik zunehmenden Absatz gefunden. Die weitere Entwicklung der Speichertechnik hat verschiedene Verbesserungen gezeitigt, so z. B. bei den Plattentrennmitteln, bei der Verhinderung der Korrosion der Anschlüsse, Überwachung des Säurestandes u. a. m. Man gewinnt bei alledem den Eindruck, daß die deutsche Akkumulatorenindustrie auch weiter ihre Weltgeltung behauptet.

Meßgeräte.

Die schon an anderen Messeständen gemachte und hier schon erwähnte Beobachtung, daß die Industrie bestrebt war, durch entsprechende Ausführung die Marktgängigkeit verschiedener Artikel, besonders im Außenhandel zu erhöhen, zeigt sich auch auf dem Gebiet der Meßgeräte. Man hat hierbei natürlich weitgehende Ansprüche auf Meßgenauigkeit im Auge behalten.

Hartmann & Braun, Frankfurt a. M., hatten unter der Marke „Mirravi" ein kleines Drehspul-Galvanometer mit Zeiger- oder Spiegelablesung in Preßstoff-Isoliergehäuse herausgebracht, das dort, wo wertvolle Spiegelgalvanometer nicht aufs Spiel gesetzt werden können, Verwendung finden soll, also z. B. bei Messungen im Freien, bei Versuchen und in Schulen. Es war schon im Vorjahr auf der Messe zu sehen und hat sich in der Zwischenzeit gut eingeführt. Desgleichen hatte die Firma eine auf etwa ½ verkleinerte Form ihres verlustfreien Normalkondensators als Neuheit ausgestellt.

Eine besondere Beachtung erforderte das von F. Ferrari angegebene Tarifgerät der AEG. Mit diesem Gerät, einer Art Vergütungszähler, können Sondertarife, für welche bisher in die Zähler eingebaute Tarifwerke erforderlich waren, durch einfache Zusatzgeräte erfaßt werden. Das Gerät schafft eine gerechte Verteilung von Grundgebühr und Stromverbrauch, indem es neben dem Grad auch die Häufigkeit von Überlastungen feststellt. Die der Grundgebühr entsprechende Leistung wird in lauter gleich große Teilverbrauchsmengen, die sog. Festmengen, von mehr oder weniger dichter Folge aufgeteilt. Das Zusatzgerät besteht in einer Kontaktvorrichtung, die nach dem Verbrauch der Festmenge den Kontakt unterbricht. Die Zeitabstände zwischen zwei Unterbrechungen sind also verschieden, je nach der Größe der mittleren Belastung, mit der die betreffende Festmenge verbraucht wurde. Daraus lassen sich die Überlastungsfälle ohne weiteres feststellen. An charakteristischen Merkmalen weiterer Entwicklung seien noch genannt die synchronisierte, elektrisch aufgezogene Uhr der SSW, bei der ein Synchronmotor sowohl das Aufziehen als auch das Richten der Uhr besorgt, eine synchronisierte Pendeluhr der Heliowatt-Werke sowie ein Präzisionszähler mit Doppel-Zeigerzählwerk der AEG.

Das in einer Ledertasche mitzunehmende Meßgerät „Multizet" von Siemens & Halske ersetzt einen ganzen Instrumentensatz. Es vereinigt in seiner neuen Ausführung nicht weniger als 24 Strom- und Spannungsmeßbereiche in sich. Infolge eines eingebauten Gleichrichters ist es für Gleich- und Wechselstrom zu gebrauchen. Die Meßbereiche gehen von 0,003 bis 6 A bzw. 1,5 bis 600 V. Die Meßgenauigkeit ist für ein derartiges, für einen großen Verbraucherkreis bestimmtes, preiswertes Universalgerät als sehr gut anzusehen.

Neben einer großen Anzahl tragbarer Meßgeräte jeder Art, deren Reihe gegen früher stark erweitert ist, einem

[5]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 405.

Digitized by Google

neuen, sehr überlastbaren Wechselstromzähler u. a. m. zeigen S & H ein neues hochempfindliches „Super-Galvanometer", das nicht nur in Laboratorien, sondern auch in Betrieben zu gebrauchen ist. Das Gerät ist gedrungen und standsicher gebaut und gegen Erschütterungen, Verunreinigungen und Beschädigungen unempfindlich. Den Bedürfnissen der neuen Entwicklungen der Elektroöfen Rechnung tragend, hat die Firma verschiedene neue elektrische Regler für die Überwachung von Glühöfen, Härteöfen u. dgl. sowie für gas-, öl- und dampfgeheizte Öfen entwickelt und anschaulich vorgeführt.

Auf einem von Dr. Th. Horn, Leipzig, von jeher gepflegten Sondergebiet brachte die Firma einen von ihr entwickelten tragbaren Windgeschwindigkeits- und Böenmesser zum ersten Male zur Messe. Er beruht auf dem sogen. Stauscheibenprinzip. Die mit einem Zeiger starr verbundene Stauscheibe ist gegen eine Feder auslenkbar und wird mit Hilfe einer Düse der strömenden Luft ausgesetzt; die fast trägheitslos erfolgende Einstellung zeigt selbst kurze und heftige Böen an. Der Meßbereich geht von 0 bis 18 m/s Windgeschwindigkeit. Auch für Feuerungen findet das Gerät Verwendung. An ihren bewährten sonstigen Geschwindigkeitsmessern aller Art wesentliche Änderungen vorzunehmen, lag für die Firma ein Anlaß nicht vor.

Auf dem wichtigen Zweiggebiet der Zähler, dem der Münzzähler, wurden die von der Praxis bewährten und anerkannten Zähler für Gleich-, Wechsel- und Drehstrom in Mustersammlungen gezeigt, daneben auch einige Vervollkommnungen. Die Heliowatt-Werke, Charlottenburg, führten ihre zu einem umfangreichen Fabrikationsprogramm entwickelten Münzzähler in übersichtlicher Form vor. Durch die Vereinigung der normalen Gebühreneinzugsvorrichtung mit einem Zeitlaufwerk ist der Münzzähler für Gebührenablauf geschaffen worden. Durch den ständigen Ablauf des Zeitlaufwerkes werden in einer für den Verbraucher wenig fühlbaren Weise der feste Betrag der Grundgebühr und gleichzeitig die veränderlichen Kosten der Stromentnahme eingezogen. Andere Münzzähler der Firma, wie solche mit Gebührenverrechnung, zeitabhängige Doppeltarif-Münzzähler, Staffeltarif-Münzzähler u. a. vervollständigten die große Reihe der ausgestellten Ausführungsformen.

Nach dem von Hommel, Frankfurt, angegebenen Gleichlast-Eichverfahren wurden von der AEG neue Zähler-Eichvorrichtungen entwickelt, die trotz starker Vereinfachung des Eichvorganges eine erheblich höhere Meßgenauigkeit gewährleisten und schnelleres Arbeiten ermöglichen, da die umfangreichen Regelungsarbeiten, die der Eicher an gewöhnlichen Eichstationen bei Einstellung jeder neuen Belastungstufe vorzunehmen hat, hier fast vollkommen fortfallen. Auf der Messe wurde ein solcher Eichtisch im Betrieb vorgeführt.

Da die Messung großer Gleichströme, wie sie z. B. in der Elektrochemie oder schweren Gleichstrombetrieben (Bahnen) vorkommen, große Schwierigkeiten bietet, war man bestrebt, Messungsverfahren zu entwickeln, die bei entsprechend hoher Genauigkeit ohne große Eigenverluste die Stromstärke in einfacher Weise festzustellen ermöglichen. Hierfür waren auf der Leipziger Messe erstmals zwei Einrichtungen zu sehen. Koch & Sterzel, Dresden, benutzen hierzu einen eigenartigen Gleichstrom-Meßwandler, der den zu messenden Gleichstrom in die für ein Meßgerät erforderliche Größe bei entsprechender Leistung umwandelt. Der Gleichstromleiter durchsetzt einen Eisenkern, in den ein Gleichstromanker mit Kollektor eingebaut ist. Wird dieser von einem Motor in Drehung versetzt, so wird in ihm eine dem Feld und der Drehzahl proportionale EMK erzeugt. Um die Abhängigkeit des Feldes von der Eisensorte auszuschalten, wird die EMK an eine auf dem Kern aufgebrachte Sekundärwicklung gelegt. Der Ankerstrom durchfließt diese so, daß er das vom Gleichstromleiter herrührende Feld aufzuheben trachtet. In Reihe mit der Sekundärwicklung und dem Anker werden die Strom- und Leistungsmesser geschaltet. Bei größeren Nennströmen als 20 000 A wird, damit der Anker nicht unbequeme Abmessungen erhält, der Ankerstrom nur zur Erregung eines zweiten Gleichstromerzeugers, der ebenfalls von einem Motor angetrieben wird, benutzt. In diesen zusätzlichen Stromkreis werden dann die Meßgeräte und die Sekundärwicklung des Gleichstromwandlers gelegt.

Das zweite Verfahren wurde von K. Rottsieper angegeben und von der AEG vorgeführt. Die transformatorische Messung des Gleichstroms erfolgt nach dem Grundsatz der Frequenz-Vervielfachung durch zusätzliche Magnetisierung mehrerer wechselstromgespeister magnetischer Kreise[6]). Der Gleichstromwandler kann auch als Kabelendverschluß-Stromwandler gebaut werden. Die AEG stellte einen solchen beträchtlicher Abmessungen für ein 200 kV-Gleichstromkabel im Modell und Schnitt aus. Auch ist der Meßwandler zu manchen anderen Zwecken, z. B. zu Korrosionsmessungen, verwendbar.

Fernmeldetechnik.

Die auch in diesem Jahr zur Messe gebrachten Gegenstände ließen die lebhafte Entwicklung der deutschen Arbeiten nach der Seite der Nebenstellentechnik hin erkennen. Man ist, wie z. B. der Stand von Mix & Genest, Berlin, und der schon im 1. Messeheft erwähnten Firmen zeigen, bei der Entwicklung dieser Kleinzentralen so vorgegangen, daß man grundsätzlich Post- und Hausverkehr getrennt hat, um die Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Verbindungsmöglichkeiten zu erhöhen. Eine Kleinzentrale geringsten Ausmaßes der Firma ist für solche Abnehmer entwickelt worden, die neben der im Büro oder Geschäft gelegenen Hauptstelle eine ständige Verbindung mit ihrer Privatwohnung oder einer Zweigstelle brauchen.

Auch S & H, Berlin, waren in diesem Jahr wieder mit ihren bewährten Neha-Einrichtungen (Nebenstelle und Hausanschluß) vertreten, welche sich für große und kleine Teilnehmerzahlen gleich gut eignen. Die kleinsten Vermittlungstellen reichen für 1 Amtsleitung und bis zu zehn Sprechstellen aus (Relais-Automaten), die nächst größeren arbeiten mit Wählern und können 2 bis 4 Amtsleitungen bzw. 13 bis 27 Sprechstellen aufnehmen. In Betrieb war eine Anlage nach dem 1000-System für 80 Teilnehmer zu sehen. Diese Privatfernsprechanlagen entwickeln sich ersichtlich auch noch durch mehrere Zusatzeinrichtungen, wie Konferenzschaltungen, Lautsprechereinrichtung, Türbesetztkontrolle u. a. m.

Die Telegraphentechnik hat im vergangenen Jahr weiter an der Entwicklung der in der Verwaltung und bei Privatbenutzern in Verbindung mit dem öffentlichen Fernschreibnetz zur Verwendung kommenden Fernschreibmaschinen gearbeitet. Der Fernschreib-Teilnehmerverkehr nimmt in Deutschland und im Ausland ständig zu, so daß sich diesen Maschinen ein guter Markt eröffnet.

Ein drahtlos arbeitender Schreiber, der sogenannte Siemens-Hell-Schreiber[7]), wurde in diesem Jahr zum ersten Male auf der Messe gezeigt und im Betrieb vorgeführt. Er arbeitet nach dem bildtelegraphischen Prinzip und zeichnet die übertragenen Nachrichten unmittelbar in Druckschrift auf. In größerem Umfang machen bereits die großen Presseagenturen von diesem Schreiber Gebrauch, darunter auch das Deutsche Nachrichten-Büro (DNB) und Transocean. Auch bei verschiedenen Behörden ist er bereits eingeführt.

Eine von Neufeldt & Kuhnke, Kiel, vorgeführte Industrie-Fernsprechanlage macht zur Verbindung von mehreren Stationen handbediente oder selbsttätige Zentralen sowie Linienwähler entbehrlich und bietet die Möglichkeit des Verkehrs jeder Station mit jeder andern, wobei gleichzeitig acht Teilnehmer miteinander sprechen können. Die Anlage eignet sich besonders für rauhe Betriebe, wie beispielsweise im Bergbau.

Das Hochfrequenz-Fernsprechen längs Hochspannungsleitungen hat weiter Eingang bei großen Elektrizitätswerken im In- und Ausland gefunden, wozu die technischen Einrichtungen weiter entwickelt wurden.

Auf dem Rundfunkgebiet brachte die diesjährige Leipziger Messe eine Überraschung, nämlich eine Abkehr von dem Begriff eines Rundfunk-Saisongeschäfts,

[6]) Vgl. Arch. techn. Messen, Lief. 26, T. 103.
[7]) ETZ 55 (1934) S. 141.

Digitized by Google

den die „Wirufa“ durch die Bestimmung, vom 1. Februar bis zur Berliner Funkausstellung Neuerungen nicht herauszubringen, gebildet hatte. Unter voller Wahrung dieses Vertrages hatte die Rundfunkindustrie schon vor dem 1. Februar nicht nur Verbesserungen, sondern zumeist neu entwickelte Geräte herausgebracht, die auf der Messe in zahlreichen Angeboten einem größeren Kreise gezeigt wurden. Damit kann der Saisonbegriff als überwunden gelten, der gleichsam alljährlich zu einem Wechsel der einzelnen Modelle zwang, während die Leistungsfähigkeit unserer Empfänger schon seit Jahren so groß ist, daß zur Zeit eine obere Grenze als erreicht angesehen werden kann. Die Industrie wird sich heute im festen Vertrauen zum marktstabilen Gerät in größerem Maße der Leipziger Messe als Auslösepunkt des künftigen Rundfunkgeschäfts bedienen. Auch für den Rundfunkhandel wird sich der Schritt als nützlich erweisen, indem sich das Geschäft statt sprunghaft stetig und sorgenfrei gestalten wird.

An wirklichen Fortschritten und nicht Aufmachungen an Modellen für ein Saisongeschäft bot die Messe verschiedenes, worüber im Messeheft schon berichtet worden ist. In Ergänzung dieser Mitteilungen sei indes noch auf einige weitere Arbeiten der Funkindustrie hingewiesen. Sie hat sich besonders eine weitere Leistungsteigerung und Senkung der Kosten zur Aufgabe gemacht. Überlagerungsempfänger und Geradeausempfänger haben hiernach ihre ziemlich scharf abgegrenzten Gebiete erhalten. Man war ferner darauf bedacht, etwa vorhandene Gleichstrom-Netzanschlußgeräte für die im Lauf der Zeit zu erwartende Umstellung dieser Netze auf Wechselstrom für diese Stromart betriebsfähig zu erhalten, wozu man einen Vorschalt-Gleichrichter als Zusatzgerät entwickelte.

Von den Empfängern sei hier noch ein Dreiröhren-Zweikreiser in Geradeausschaltung mittlerer Preisklasse der AEG erwähnt, der mit drei Fünfpol-Schirmröhren, zwei Abstimmkreisen mit Eisenkernspulen sowie allem gewünschten Beiwerk, wie Feintrenner, Lautstärkeregler, Tonblende, Anschluß für zweiten Lautsprecher und elektrischen Tonabnehmer ausgestattet ist.

Hochleistungsempfänger in stabiler Form, Gemeinschaftsempfänger von großer Klanggüte, Hochtonlautsprecher für die Ausstrahlung hoher Tonfrequenzen, Großlautsprecher, Großraum-Tonsender, Antennenmaterial u. a. m. waren in mustergültigen Ausführungen zu erträglichen Preisen zu sehen. Auch fehlte es nicht an Störschutzmitteln, Entstörungskondensatoren und Einheits-Störschutzgeräten für Fahrzeuge, Fahrleitungen, elektrische Haushaltungsgeräte und Maschinen.

Auch bezüglich der Empfängergehäuse zeigt die Industrie das Bestreben, die durch das bisherige Saisongeschäft hervorgerufenen Änderungen zu meiden und zu neuen, bleibenden und schönen Formen überzugehen. Ein solches Gerät wurde u. a. von Siemens & Halske zum ersten Male gezeigt: es macht sich frei von einem bestimmten Möbelstil und einer bestimmten Holzart, so daß es zu jeder Wohnungseinrichtung paßt.

Bestandteile von Rundfunkgeräten als Zulieferungen für Rundfunkfabriken und für Bastler zeigten die Entwicklung zu einer selbständigen Industrie und waren in einer reichen Auswahl zur Leipziger Messe gebracht worden.

Isolierstoffe.

Über die elektromechanischen Isolierstoffe und die daraus gefertigten Ausstellungsgegenstände der Leipziger Messe ist in den beiden Messeheften der ETZ, besonders im zweiten, ausführlich berichtet worden. Im Rahmen der Technischen Messe wurde im Hause der Elektrotechnik von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie eine Vortragsreihe über Preßstoffe abgehalten, über die daselbst ebenfalls Bericht erstattet wurde[8]). Es wäre hier noch etwas über die keramischen Isolierstoffe der Neuzeit und ihre Entwicklung zu sagen. Diese Entwicklung ist, nachdem sich in der Hochspannungsindustrie allmählich eine gewisse Sättigung eingestellt hat, vornehmlich durch die in den Anforderungen immer weiter gehende Hochfrequenztechnik, u. zw. die Funkindustrie hervorgerufen worden. Die deutsche Industrie stellt heute der verarbeitenden Industrie für die bei Hochfrequenz verwandten Teile von Sende- und Empfangsgeräten Isolierstoffe zur Verfügung, die sich durch stark herabgesetzten Verlustfaktor, hohe Dielektrizitätskonstante, leichte und präzise Formgebung, Wärme- und Feuchtigkeitsbeständigkeit (wetter- und tropenfest) und überdies niedrige Kosten auszeichnen. Die diesjährige Leipziger Messe weist darin verschiedene wichtige Neuheiten auf, die u. a. von der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Ges. (Hescho), der Steatit-Magnesia-AG. und der Venditor-Kunststoff-Verkaufsgesellschaft in Troisdorf gezeigt wurden. In der Niederfrequenz haben sich gewisse Stoffe dieser Reihe auch für Installationsgegenstände als hervorragend geeignet erwiesen.

Die Hescho führte ferner mehrere Typen von festen Kleinkondensatoren vor, bei denen ihre neuen Isolierstoffe verwendet werden. Zwecks sicherer Verbindung des Belags mit dem Isolierkörper wird der Belag aus Silber oder einem anderen Edelmetall unmittelbar auf das Dielektrikum aufgebrannt und nötigenfalls galvanisch oder durch Bespritzen verstärkt.

Elektrochemie.

In der Galvanotechnik hat sich der selbsttätige Betrieb mehr und mehr durchgesetzt. Damit läßt sich für jeden Betrieb eine seiner Eigenart technisch und wirtschaftlich am besten entsprechende Bearbeitung sichern. Sauberkeit und Übersichtlichkeit sowie völlige Sicherheit des Bedienungspersonals gegen Berührung mit den Flüssigkeiten der Bäder und selbst gegen die Badnebel machen diese selbsttätigen Betriebe besonders wertvoll. Die Langbein-Pfanhauser-Werke AG., Leipzig, welche für kleine und mittlere Betriebe halbselbsttätige Anlagen als Ring- und Wanderbäder und für Großbetriebe vollselbsttätige Anlagen bauen, führten einen solchen Galvanisierfließautomaten vor; er hat für alle galvanischen bzw. elektrotechnischen Prozesse sowie für Aluminiumoxydation (Eloxierung) Eingang in die Praxis gefunden. Siemens & Halske, Berlin, welche auf Grund eines Patent- und Erfahrungsaustausches mit dem vorgenannten Werke diese Eloxieranlagen gleichfalls liefern, zeigten verschiedene Muster solcher galvanisch behandelten Aluminiumstücke. Die Anwendungsmöglichkeiten dieses in Deutschland in unbegrenzten Mengen herstellbaren Leichtmetalls werden durch die elektrische Oxydation der Oberfläche, die dadurch neue, wertvolle Eigenschaften erhält, noch weiter bedeutend gesteigert.

Siemens & Halske legten auch noch Proben von sog. Sinterkorund vor, einem aus reinem Aluminiumoxyd zu einem völlig dichten, kristallinen Körper gesinterten Isolierstoff. Er wird seit 1927 nach einem von Gerdien und Reichmann im Forschungslaboratorium von S & H ausgearbeiteten Verfahren zunächst als Baustoff für Isolatoren von Zündkerzen hergestellt und neuerdings für alle möglichen anderen Zwecke, wie chemische und wärmetechnische Geräte, Isolierungen, mechanische Werkzeuge und als hochfeuerfester Baustoff verwendet.

Schluß.

Den Abschluß der Messe bildete endlich das große „Messetreffen der Technik“, das von den drei Spitzenorganisationen der deutschen Technik durchgeführt wurde. Die Veranstaltung wurde von dem Führer der Deutschen Technik, Generalinspektor Dr.-Ing. Todt, geleitet und bot unter dem Leitwort „Staat, Technik und Wirtschaft“ eine Reihe wertvoller Vorträge, die dem deutschen Ingenieur die ihm über seine reine Facharbeit hinaus gestellten Aufgaben im Neuen Deutschland aufzeigten. Der von Herrn Staatssekretär Dr.-Ing. E. h. W. Ohnesorge gehaltene Vortrag „Staat und Technik“ ist hier[9]) bereits im Wortlaut veröffentlicht worden.

Es dürfte sich zur Erfassung einer möglichst großen Besucherzahl empfehlen, solche wichtigen und aufschlußreichen Darbietungen späterhin in die ersten Messetage statt in die letzten zu legen, da der Messebesuch zu Anfang der Messe seinen Höhepunkt hat und gegen Ende der Messe erfahrungsgemäß abnimmt.

[8]) ETZ 56 (1935) S. 269.

[9]) ETZ 56 (1935) S. 337.

Digitized by Google

Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1935 außerhalb des HdE.

Von G. H. Winkler, Berlin.

Die Messe außerhalb des Hauses der Elektrotechnik wird beim Elektroingenieur meist zu kurz kommen angesichts der Zeit, die allein schon für eine Besichtigung des HdE notwendig ist. Hier gewinnt man ja auch am besten einen Überblick über das ganze Fachgebiet, während außerhalb eigentlich nur noch in der Halle der Werkzeugmaschinen eine Untergruppe der Elektrotechnik geschlossen dargestellt wird. Nichtsdestoweniger finden sich auch in den übrigen Hallen und in den Ausstellungshäusern der Stadt viele Anwendungen der Elektrotechnik sowie nichtelektrische Dinge, die unsere fachliche Aufmerksamkeit verdienen. Man kann zwar hier die Entwicklung nicht übersehen, lernt aber doch Neues kennen, und in diesem Sinne ist auch der vorliegende Bericht aufzufassen: eine — natürlich unvollständige — Auslese von Einzelheiten, die einen Fortschritt erkennen lassen. Es sind viele Dinge darunter, die nicht für den Techniker allein, sondern für die Allgemeinheit bestimmt sind, und an ihnen ließ sich besonders gut beobachten, wie sich die wieder hoffnungsfreudig schaffende Industrie den Zeitumständen und dem Bedürfnis anzupassen versteht und wie z. B. auch die Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen der Regierung belebend auf die Gütererzeugung zurückgewirkt haben.

Maschinenantrieb.

Antrieb von Werkzeugmaschinen.

Das Streben nach weitgehendem Einzelantrieb, neuerdings auch an den kleinsten Maschinen, ist schon seit einer Reihe von Jahren das hervorstechende Merkmal der Entwicklung gewesen. Die Messe zeigte, daß die Grenze noch nicht erreicht ist, allerdings muß man schon nach Maschinen suchen, die diesem Streben nicht entsprechen. Der häufigst gebrauchte Motor ist der mit Kurzschlußanker, der auch in der Form des Doppelkäfigläufers weiter an Boden gewonnen hat. Indessen finden sämtliche anderen gängigen Motortypen beim Werkzeugmaschinenantrieb ihr eigenes Arbeitsgebiet. Der Einbau polumschaltbarer Motoren hat wieder zugenommen, man begegnet ihnen in Ausführungen bis zu vier Drehzahlen. Der stufenlos regelbare Leonardantrieb hat dank seiner besonderen Eignung seinen Platz gut behauptet. Ein allmählich immer häufiger zu beobachtendes Merkmal ist die Verwendung von Motoren hoher Drehzahl, die zuerst bei den Elektrowerkzeugen vielfach gebraucht wurden und nun auch für Sonderzwecke, z. B. die Holzbearbeitung, in den eigentlichen Werkzeugmaschinenbau Eingang gefunden haben. Für die bauliche Gestaltung des Motors sind geringes Gewicht (z. B. Leichtmetallbau), Raumersparnis und zweckmäßige Einbauform ständig zu beobachtende Erfordernisse. Für den Antrieb als Ganzes gilt als Leitsatz: Beste Anpassung an den Arbeitsvorgang, einfache und weitgehend selbsttätige Bedienung unter Betonung der Sicherheit des Arbeiters.

Nach diesen Gesichtspunkten seien einige bemerkenswerte Einzelausführungen näher besprochen, und zwar zuerst an Hand einer besonderen Maschinengattung, die in vielfältigen Ausführungen hergestellt wird: der Schleifmaschine. Eine Reihe von Schleifmaschinen waren z. B. mit Sachsenwerk-Motoren ausgerüstet, die durch Leichtmetallbauweise, schwingungstechnisch günstige Ausführung und zweckmäßige Einbauformen diesen Maschinen besonders angepaßt sind. Bei den größeren Schleifmaschinen verschwinden Antrieb, Absaugevorrichtung u. dgl. völlig in dem glatten Gehäuse. Die Schleifscheiben selbst, als Topfscheibe vorwiegend für Werkzeug-Feinschliff, als Peripheriescheibe für gröberen Schliff, sind weitgehend gekapselt, lediglich die kleine Arbeitsfläche der Scheibe hinter der Handauflage bleibt frei; die Maschinen wirken so schon rein äußerlich als schöne, vollendete Zweckkonstruktionen, und das ist in erster Linie dem Elektroantrieb zu verdanken. Drei von Einzelmotoren angetriebene Topfscheiben zeigt eine Schleifmaschine für Hartmetallstähle (Maschinenfabrik Spandau G. m. b. H., Berlin-Spandau). Die Scheiben können unabhängig etwa nacheinander für Grobschleifen, Feinschleifen und Läppen oder je nur für einen besonderen Schleifwinkel am gleichen Werkstück verwendet werden. Um den Arbeiter und auch die Maschine bei Schleifscheibenbruch vor Schaden zu schützen, hat Wilhelm Simon, Frankfurt a. M. 1, eine schwere Grobschleifmaschine mit einer elektrischen Scheibenbruchsicherung ausgerüstet. Die Handvorlage ist in waagerechter Ebene gegen die Haltekraft einer Feder schwenkbar, sie weicht also aus, wenn sich ein Werkstück einklemmt oder Teile der brechenden Scheibe gegen die Vorlage pressen. Schon ein geringes Ausweichen der Handvorlage schaltet aber selbsttätig den Motor ab und betätigt die Gegenstrombremse. Der eingebaute Motor ist ein Doppelkäfig- oder — bei Gleichstrom — ein Wendepolmotor. Nach Wunsch wird die Maschine auch mit polumschaltbarem Motor oder mit Gleichstrommotor mit Regelanlasser ausgestattet.

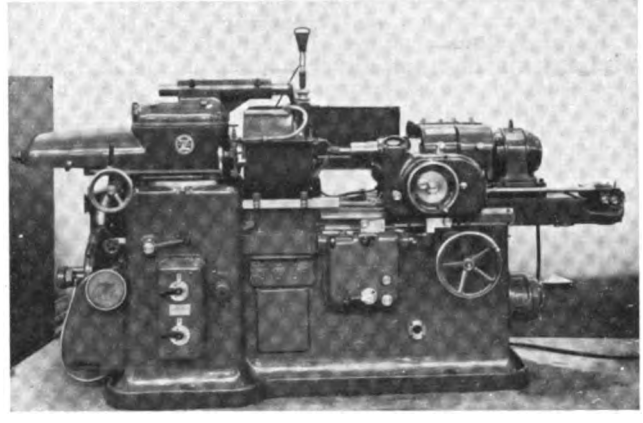


Abb. 1. Innenschleifmaschine mit Leonardantrieb.

Als Beispiel für stufenlosen Regelantrieb mit Leonardumformer diene eine Innenschleifmaschine (Abb. 1) der Wotan- u. Zimmermannwerke AG., Glauchau i. Sa., mit vollselbsttätiger Steuerung, deren elektrische Ausrüstung die SSW lieferten. Das Werkstück treibt ein Gleichstrom-Spindelstockmotor 0,055/0,55 kW, der in Leonardschaltung von 50 bis 500 U/min stufenlos regelbar ist. Der Leonardsatz besteht aus Steuerdynamo, Erregermaschine und Drehstrom-Antriebsmotor und ist als Einachstype im Maschinenfuß eingebaut. Die Schleifspindel läuft mit etwa 5000 U/min; sie wird über einen endlos gewebten Seidengurt von einem 3 kW-Kurzschlußmotor getrieben. Die Ölpumpe für die hydraulische Tischbewegung treibt ein 1,5 kW-Motor mit 930 U/min. Sämtliche Motoren einschließlich des Leonardsatzes werden über Druckknöpfe und Schütze gesteuert. Das Schruppen, das Abziehen der Schleifscheibe mit dem Diamanten und das anschließende Schlichten geschehen vollkommen selbsttätig durch eine feinfühlige Meß-Tast-Einrichtung in Verbindung mit einem Relaisschaltwerk. — Bei einer von Fr. Aug. Jahn, Gera, gebauten Werkzeugschleifmaschine ist der ebenfalls von den SSW ausgeführte Tischantrieb interessant. Der Gleichstrom-Leonard-Umkehrmotor hat eine Leistung von 0,37 kW bei 1500 U/min und ist im Leonardkreis bei gleichbleibendem Moment auf 300 U/min abwärts regelbar. Die Anordnung hat sich bei dem vorliegenden angestrengten Betrieb (häufiges Umsteuern) gut bewährt.

An einer selbsttätigen Trennschleifmaschine der Gebr. Loewe, Düsseldorf, konnte die AEG eine interessante Anwendung ihres Eldro-Gerätes zeigen, das in diesem Falle auch in sich noch vervollkommnet ist. Das Eldro-Gerät ist bekanntlich ein elektro-hydraulisches Hubzeug[1]); in einem ölgefüllten Zylinder bewegt sich ein Kolben, in den eine Schleuderpumpe eingebaut ist. Die Pumpe wird von einem auf dem Zylinderdeckel befestigten Motor angetrieben, fördert das Öl von oben nach unten und hebt dadurch den Kolben. Man kann die Bewegung durch Anschläge begrenzen, der Kolben geht dann langsam zurück, das Öl strömt durch Kanäle nach oben. Neuerdings wird nun ein Ventil mit von außen verstellbarer Öffnung in den Kolben eingebaut, das den Ölstrom drosselt; man kann dann die Hub- oder Senkzeit beliebig einstellen. An der erwähnten Trennschleifmaschine wird

[1]) ETZ 54 (1933) S. 825.

Digitized by Google

nun die Schleifscheibe, die 300 bis 600 mm Dmr. bei 3 bis 6 mm Dicke hat, durch ein Eldro-Gerät auf das zu durchschneidende Werkstück gedrückt. Die Hubzeit des Eldro-Geräts läßt sich von 0,5 s bis zu 1 min einstellen und damit die Schnittgeschwindigkeit dem Querschnitt des Werkstückes anpassen. Mit einem Paketschalter schaltet man auf selbsttätigen oder auf Handbetrieb. Im ersten Falle hebt das Eldro-Gerät die Scheibe nach jedem Schnitt und führt sie sofort aufs neue gegen das Werkstück, das der bedienende Arbeiter inzwischen bis zu einem Anschlag vorgeschoben hat.

Nachdem im vorstehenden die Vielfalt des Elektroantriebes an einer einzigen Maschinengattung, der Schleifmaschine, betrachtet wurde, seien nun auch einige andere Werkzeugmaschinenarten als Beispiele herangezogen.

Die Vereinfachung der Bedienung durch Druckknopfsteuerung und selbsttätiges Arbeiten bringt es natürlich mit sich, daß die Steuerungen, namentlich der großen Werkzeugmaschinen, immer umfangreicher werden. Betrachten wir beispielsweise die von BBC gelieferte Steuerung eines Waagerecht-Bohr- und Fräswerkes. Es sind 4 Motoren vorhanden, ein Schleifringanker- (35 PS) und 3 Kurzschlußankermotoren (4½, 9, 13 PS). Gesteuert wird ausschließlich mit Druckknöpfen, die auf der Frontplatte der Maschine aufgebaut sind. Alle Bewegungen sind zwangläufig so verriegelt, daß ein versehentlich falsches Drücken einer Taste kein Unglück herbeiführen kann. Um die Bedienungszeit auf das kleinste Maß zu beschränken, wird der Hauptmotor durch Erregung des Ständers mit Gleichstrom abgebremst und die Bremszeit dadurch auf rd. 8 s gegenüber 50 s bei freiem Auslauf herabgesetzt. Eine besondere Schaltung gestattet es, trotz Verwendung von Schleifringankermotoren mit Anlaßwiderständen, kleine Trockengleichrichter zur Erregung des Motorständers vorzusehen. Die ganze Steuerung mit allem Zubehör ist in einem Schrank am Maschinenständer untergebracht; trotz ihrer Größe ist die Übersichtlichkeit gewahrt, und bequeme Zugänglichkeit aller Teile sichert ihre gute Pflege und Überwachung.

Zwei Steuerungsbesonderheiten seien kurz erwähnt. Bei dem Gleichstrom-Mehrmotorenantrieb eines Kurbelzapfen-Drehwerkes, den die SSW für die Maschinenfabrik Schiess-Defries AG., Düsseldorf, lieferten, war erstmalig ein Versuch gemacht, die Maschine bei Gefahr mittels einer Rufeinrichtung stillzusetzen. Der im Mikrophon erzeugte Rufstrom wird über eine Verstärkereinrichtung zum Betätigen eines Relais benutzt, das parallel zum Halt-Druckknopf liegt und beim Ansprechen die Maschine stillsetzt. Der Verstärker wurde so eingestellt, daß die Rufeinrichtung gegen die Geräusche der in der Umgebung laufenden Maschinen unempfindlich ist. — Ein Revolverbankantrieb (SSW und Pittler, Werkzeugmaschinenfabrik AG., Leipzig-Wahren) mit polumschaltbarem Motor von 2,5 kW ist dadurch bemerkenswert, daß die 3 verschiedenen Drehzahlen selbsttätig vom Revolverkopf aus durch eine sinnreiche Steuervorrichtung eingeschaltet werden. Diese Bank bearbeitet nämlich vorwiegend Werkstücke aus Messing oder Leichtmetall, und für die verschiedenen Arbeitsgänge: Plandrehen, Abstechen, Gewindeschneiden usw., muß das Werkstück jeweils mit anderer Drehzahl laufen.

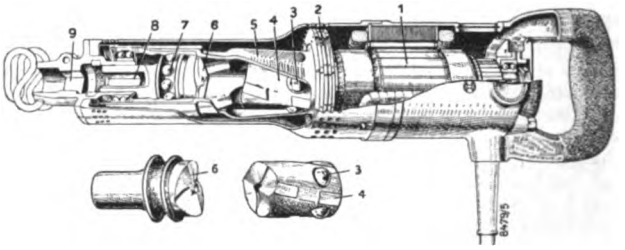
Es sollen schließlich noch einige Antriebe erwähnt werden, die jeder in seiner Art etwas Besonderes bzw. Neues darstellen. Das Sachsenwerk hat Düsenbohrmaschinen für Kleinstbohrungen bis 0,08 mm Dmr. mit Reihenschlußmotoren ausgerüstet, die naturgemäß ihre Aufgabe nur bei bester Rundlaufgenauigkeit und Schwingungsfreiheit erfüllen können. Die Drehzahl ist zwischen 1000 und 14 000 U/min stufenlos regelbar. Als weiteres Beispiel für Motoren hoher Drehzahl können die ebenfalls vom Sachsenwerk ausgerüsteten Antriebe für Holzfeinstbearbeitung genannt werden: Käfigläufermotoren in Sonderausführung, die bei 400 Hz mit 24 000 U/min arbeiten. — Auf dem Stand von A. Borsig, Berlin-Tegel, fiel ein elektrischer Schieberantrieb als Neukonstruktion auf. Die Drehmomente für Öffnen und Schließen können je nach der Eigenart der zu betätigenden Armatur unabhängig voneinander eingestellt werden, und der Antrieb läßt sich an jeden Schieber in jeder Lage nachträglich anbauen. Da Motor und Vorgelege abschaltbar sind, kann man den Schieber auch jederzeit durch Handkraft betätigen.

Elektrowerkzeuge.

Kennzeichnend für die Entwicklung der Elektrowerkzeuge ist die Erweiterung ihrer Verwendungsfähigkeit; sie sind heute für jeden irgendwie gearteten Fabrik- oder Handwerkerbetrieb ein nicht mehr wegzudenkendes Hilfsmittel. Man hat Maschinen, z. B. für Montagen, die praktisch alles machen, auch schleifen, wobei die Biegewelle eine besondere Rolle spielt. Diese Vielseitigkeit zeigten eindringlich die Ausstellungen der zahlreichen Firmen, die sich mit dem Bau von Elektrowerkzeugen befassen. C. & E. Fein, Stuttgart, hat eine neue Fünfgang-Handbohrmaschine für 23 und 32 mm Dmr. geschaffen (Abb. 2). Im Schaltkasten, der wie ein Autogetriebe angeordnet ist, werden 4 verschiedene Geschwindigkeiten erzielt, die fünfte ist an der Motorwelle selbst zum Antrieb einer biegsamen Welle oder Schleifscheibe abzunehmen.

Abb. 2. Fünfgang-Handbohrmaschine.

Von den Werkzeugen der Robert Bosch AG., Stuttgart, sei der Elektrohammer näher beschrieben (Abb. 3). Zum Antrieb dient ein Hauptstrom-Universalmotor *1*, 12 000 U/min im Leerlauf, 600 W Leistungsaufnahme. Mit dem Anker ist die Ankerhülse *5* fest verbunden. In der Hülse *5* liegt lose der Schläger *4* mit



1 Hauptstrommotor
2 Lüfter
3 Treibkugeln
4 Schläger
5 Ankerhülse
6 Schlagstock
7 Schaltkugeln
8 Vierkantloch für das Werkzeug
9 Flanschlager

Abb. 3. Elektrohammer.

den Treibkugeln *3*, die in Drallnuten der Ankerhülse geführt sind. Die Nuten vertiefen sich nach der Hammerspitze zu; die infolge der Fliehkraft nach außen drängenden Treibkugeln laufen infolgedessen in den Drallnuten nach vorn und der Schläger trifft auf den Schlagstock *6*. Da die Stoßflächen von Schläger und Schlagstock passend geschrägt sind, überträgt sich die Drehbewegung auch auf den Schlagstock und das eingespannte Werkzeug. Beim Meißeln und Stampfen ist die Drehbewegung unerwünscht; sie wird daher einfach durch die Schaftform dieser Werkzeuge (Vierkant) verhindert. Wird der Hammer abgesetzt, hört er auf zu schlagen, der Motor läuft leer. — Bosch stellte weiter noch Scheren für Haarschnitt und Tierschur aus, deren Schneidplatten 1250mal in der Minute schwingen (bisher nur 800 Schwingungen üblich) und daher ein rascheres Arbeiten gestatten.

Um der Sicherheit des Arbeiters willen hat die Krupp-Kraftwerkzeug-Vertrieb G. m. b. H., Düsseldorf, ihre Mauerdurchbruchfräser mit einer neuen Abschaltvorrichtung versehen, die auch nachträglich an jeder Bohrmaschine anzubringen ist. Trifft eine solche schnellaufende Maschine z. B. plötzlich auf einen Kiesel, so verhakt sich der Bohrer leicht, und das Werkzeug kann dem Bedienenden aus der Hand gerissen werden. An der Maschine befindet sich nun seitlich ein Handgriff mit einem Schalter. Bleibt die Maschine hängen und verkantet sich, so wird durch den Stoß in dem seitlichen Handgriff eine Feder ausgelöst, die den Schalter betätigt und die Stromzufuhr unterbricht.

Kupplungen und Getriebe.

Die Kupplungen und Getriebe sind so eng mit dem Elektroantrieb verknüpfte Maschinenelemente, daß wenigstens eine flüchtige Berücksichtigung geboten erscheint, zumal die Messe in diesem Jahr eine besonders reiche Auswahl zur Schau stellte. Neue Elektromagnetkupplungen zeigte die Bamag-Meguin AG.,

Digitized by Google

Berlin; aus Abb. 4 ist der grundsätzliche Aufbau ersichtlich. Über Schleifringe *e* wird der Spule *d* Gleichstrom zugeführt; der magnetische Fluß schließt sich durch die Ankerscheibe *i* und preßt den Reibbelag *l* der Scheibe *i* gegen die Reibscheibe *g*. Beim Ausschalten des Stromes wird *i* durch Federdruck in die Ruhelage zurückgeschnellt. Auf dieser Grundlage werden Kupplungen zum Ein- und

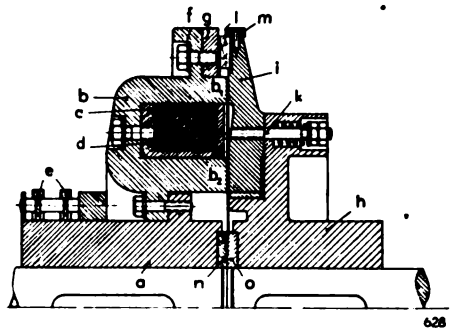


Abb. 4. Elektromagnetische Kupplung.

Ausschalten bei Stillstand oder voller Drehzahl gebaut. Ist ein genaues Ausrichten der Wellenenden nicht möglich oder eine spätere Verlagerung zu befürchten, so wird die elektromagnetische Kupplung mit einer elastischen Lederbolzenkupplung vereinigt. — Auf dem Föttinger-Prinzip bei hydrodynamischer Arbeitsweise beruht die Voith-Sinclair-Turbokupplung von J. M. Voith, Heidenheim (Brenz). Sie ermöglicht schmiegsame Kraftübertragung bei stufenloser Drehzahlregelung und dürfte besonders dem Dieselmotor neue Möglichkeiten erschließen. — Eine neue Lamellenkupplung, die sich z. B. in Verbindung mit größeren Kurzschlußmotoren bewährt hat, stellte die Firma Otto Ortlinghaus Söhne, Remscheid, aus. Die Lamellen bestehen sämtlich aus gehärtetem und geschliffenem Stahl.

Die nützlichen Eigenschaften des Werkstoffes Gummi für allerlei Antriebe konnte man auf dem Stande der Continental-Caoutchouc-Compagnie, Hannover, studieren: Gummigewebe-Treibriemen, Gummimuffen zur Drehmomentübertragung bei Winkeltrieben, Gummiklötze als schwingungsdämpfende Unterlage für Motoren. Die Roderwald-Antrieb G. m. b. H., Berlin-Steglitz, war mit Zahnkeilriemen aus Gummi-Cord-Gewebe vertreten, die namentlich bei kurzen Achsenabständen und großen Übersetzungsverhältnissen noch einen betriebsicheren Antrieb mit gutem Wirkungsgrad ermöglichen.

Elektrowärme.

Öfen und Herde.

Auf dem Gebiet der industriellen Elektrowärme, das stets auch außerhalb des HdE gut vertreten ist, ließ sich ein Fortschreiten auf den im Vorjahre näher gekennzeichneten Wegen[2]) feststellen. Vielseitig verwendbare kleine Muffelöfen zum Härten kleiner Teile und zum Gebrauch im Laboratorium zeigte W. C. Heraeus G. m. b. H., Hanau a. M. Die Öfen haben selbsttätige Temperaturregelung (Stabregler) und ein Pyrometer mit Anzeigegerät. Weiter fiel bei Heraeus ein vornehmlich für chemische Laboratorien geeigneter Trockenschrank auf (Abb. 5), der die Temperatur von 40 bis 220 ° auf 1 ° genau einhält; die gleiche Genauigkeit gilt auch für die räumliche Temperaturverteilung. Der Ofen ist billig in Anschaffung und Betrieb. Sein Anschlußwert beträgt bei 100 ° etwa 100 W, Höchstwert 450 W. — Die Durferrit-Gesellschaft m. b. H., Frankfurt a. M., hatte einen Salzbadofen mit Innenheizung ausgestellt. Diese Neukonstruktion ist durch die verschiedentlich vorgekommenen Explosionen von Salzbadöfen angeregt worden, über deren Ursache der Streit der Meinungen noch andauert. Nach Versuchen von W. Beck sind die Explosionen wohl dadurch verschuldet worden, daß aus einer vielleicht infolge örtlicher Überhitzung leck gewordenen Wanne das Salz in den Heizraum auf hocherhitzte Teile, z. B. des Mauerwerks, tropfte. Bei Innenheizung (Prinzip des Tauchsieders) ist die Gewähr gegeben, daß örtliche Überhitzungen nicht auftreten können. Da außerdem die Heizrohre wenigstens z. T. senkrecht in der Schmelze stehen, kann es auch nicht vorkommen, daß kleinere Ausbrüche oder unangenehme Spritzer dadurch entstehen, daß das Salz zuerst unten schmilzt und freiwerdende Gase die noch feste obere Decke sprengen. Abb. 6 zeigt beispielsweise den Innenheizkörper eines Wannenofens.

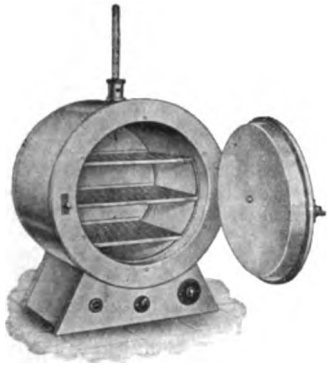


Abb. 5. Trockenschrank für Laboratorien.

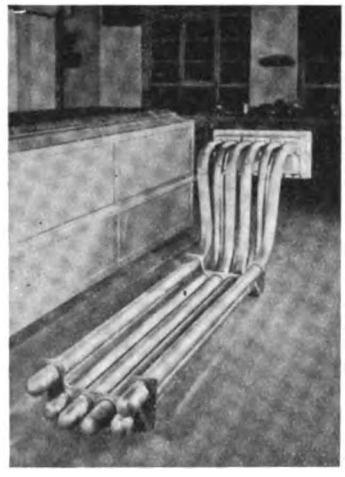


Abb. 6. Innenheizkörper für einen Salzbad-Wannenofen.

Abb. 7. Großküchenherd.

Ein neues Getriebe (Bauart Cavallo) sah man bei Friedrich Steinrück, Berlin SW 29. Es ist dies ein rein mechanisches, stufenlos regelbares Getriebe, das auf dem Prinzip der Verschiebung zweier Kurbeltriebe in ihrer Phase beruht. Auch das Eisenwerk Wülfel, Hannover-Wülfel, hat ein neues Getriebe durchgebildet, und zwar ein Ölgetriebe für stufenlose Drehzahlregelung, bestehend aus Ölpumpe und Ölmotor in gemeinsamem Gehäuse. Pumpe und Motor enthalten je 5 radial in Sternform angeordnete Rundkolben, die durch eine Exzenteranordnung bewegt werden. Durch Verstellen der Exzentrizität wird die geförderte Ölmenge geändert und proportional damit die Drehzahl des Ölmotors. Man kann so z. B. die Drehzahl der getriebenen Welle von 60 bis 1500 U/min bei 1500 U/min des Antriebmotors ändern. Das Eisenwerk Wülfel zeigte ferner auf seinem Stand ein über einen Bindfaden getriebenes Schwungrad von 4400 kg Gewicht, in Gleitlagern laufend. Der Versuch wirkte überzeugend für die geringe Reibungsziffer guter Gleitlager und bedeutete somit gewissermaßen eine Ehrenrettung des Gleitlagers gegenüber dem Kugellager.

Die Arbeitsgemeinschaft „Elektrowärme" bot in Halle 6 eine schöne, gegenüber dem Vorjahr stark erweiterte Schau von Haushaltgeräten, vornehmlich Herden, unter denen z. B. auch für Siedlungen geschaffene Kleinherde, etwa mit 2 Kochstellen und Backrohr, vertreten waren. Ein schöner Großküchenherd „Zentral" der Burger Eisenwerke G. m. b. H., Burg (Hessen-Nassau), ist als Tischherd ausgebildet (Abb. 7). Um die Wärmplatte in der Mitte reihen sich 8 Kochplatten, von denen z. B. 2 als Schnellkochplatten für kurzzeitigen Anschluß an 380 V vorgesehen sind. Die Abbildung macht überzeugend auch den Raumgewinn klar, den die elektrische Küche ermöglicht; der ganze Raum unter der Herd-

[2]) ETZ 55 (1934) S. 458.

Digitized by Google

platte ist für Abstellzwecke frei. — Neben diesen Großheizgeräten der Gemeinschaftsausstellung waren wie stets zahlreiche Einzelfirmen mit Kochtöpfen, Tauchsiedern, Bügeleisen und Sondergeräten (Friseur-Trockenhauben u. dgl.) vertreten.

Schweißen.

Die Beteiligung der Schweißgeräteindustrie an der Messe hat auffallend zugenommen. Wie sehr gerade die Elektroschweißung an Boden gewonnen hat, zeigte sich dem Besucher eindrucksvoll an den Ausstellungstücken in sämtlichen Maschinenhallen. Ein besonderes Glanzstück war ein elektrisch geschweißter schmiedeeiserner Druckbehälter der Firma Borsig für 30 at Betriebsdruck. Der Behälter ist 16 m lang bei einer lichten Weite von 1,4 m (Kesselblech, 38 bzw. 70 mm Wandstärke). — Als kennzeichnende Merkmale der ausgestellten Schweißausrüstungen ließen sich folgende feststellen: Man will die Schweißung auch dem Kleinbetrieb zugänglich machen und bietet deshalb preiswerte Maschinen an, die möglichst vielseitig gebraucht werden können. Anderseits werden Sonderausführungen für ganz bestimmte Arbeiten der Serienfertigung gebaut. Die Maschinen sprechen insofern für sich selbst, als auch an ihnen mehr und mehr die Graugußteile vermieden und durch geschweißte Konstruktionen ersetzt sind. Die Wechselstromschweißung hat an Boden gewonnen, zumal man auch das Flackern des Wechselstrombogens zu beherrschen gelernt hat. Die Transformatoren werden in recht handlichen Ausführungen dem Werkstättenbetrieb angepaßt und sind neuerdings mit eingebauten Kondensatoren zum Leistungsfaktorausgleich ausgerüstet.

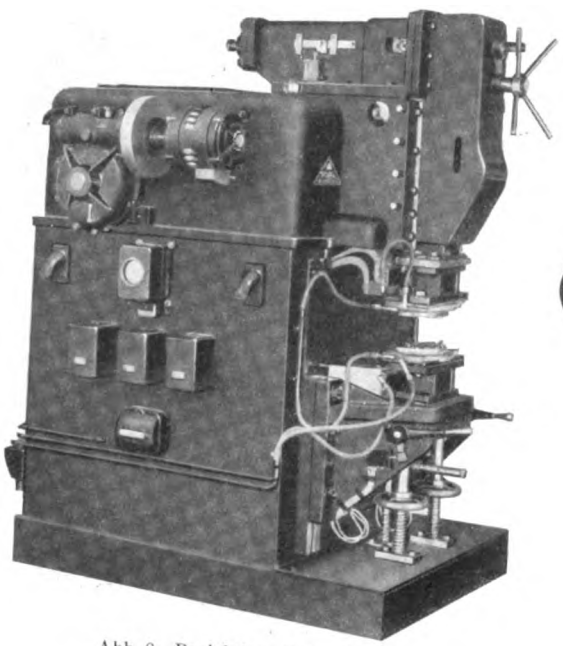


Abb. 8. Projektions-Schweißmaschine.

Eine neue fahrbare Schweißmaschine zeigte die Kjellberg-Elektroden- und Maschinen-G. m. b. H., Finsterwalde N.-L. Die Maschine ist ein fein regelbarer Eingehäuse-Umformer mit Querfeldschaltung, vierpolig, 1450 U/min; sie vereint die guten Schweißeigenschaften der Querfeldmaschine mit den Vorzügen des fremderregten Umformers (stetige Stromstärke, gut regelbar). Am Klemmenbrett lassen sich 2 Strombereiche 30 bis 140 und 120 bis 250 A einstellen. Die dünn umhüllte Schweißelektrode der gleichen Firma hat sich beim Bau von Eisenbahnwagen und Schiffen vielfach bewähren können.

Die Arcos, Gesellsch. für Schweißtechnik m. b. H., Aachen, zeigte u. a. kompensierte Schweißtransformatoren für $\cos\varphi = 0{,}9$ sowie neue dicke Elektroden bis 10 mm Dmr. für stark beanspruchte Schweißstellen bzw. Dichtigkeitsschweißungen. — Die durch zwei Handräder für Schweißstrom und -druck bequem einstellbare Punktschweißmaschine „Allpunkt 12“ von Ing. Georg Wenninger, München 50, dürfte besonders dem kleineren Betrieb ohne Serienfertigung willkommen sein. Bequem regelbare Transformatoren mit eingebauten Kondensatoren zeigte auch J. & W. Müller, Bergisch-Gladbach b. Köln. Die Agil-Schweißverfahren G. m. b. H., Berlin-Oberschöneweide, hatte u. a. einen Kleintrafo für den Klein- und Mittelbetrieb ausgestellt, ferner eine größere Schweißanlage „Delta“ für dreiphasigen Anschluß, die für 3 Schweißplätze bestimmt ist, die ganz ohne gegenseitige Störung arbeiten können. Für die Bewährung der ummantelten Agil-Elektroden konnten hübsche Beispiele aus dem Automobilbau gezeigt werden.

Von den Maschinen für Sonderaufgaben sei die Projektions-Schweißmaschine der Soag-Schweißmaschinenfabrik AG., Düsseldorf-Reisholz, erwähnt. Die Maschine (Abb. 8) kann bis zu 20 Schweißpunkte an vorgerichteten Werkstücken (z. B. Bremsschuhen für Autos) auf einmal schweißen. Die Punkte sind als Projektionen in das Blech eingedrückt, der Schweißstrom verteilt sich gleichmäßig auf die einzelnen Punkte. — In einem Kabelöterzelt, das im Freigelände aufgestellt war, führte das Kabelwerk C. J. Vogel, Köpenick b. Berlin, das Verschweißen von Aluminiumkabeln vor. Ein kleines Stumpfschweißgerät ermöglicht eine korrosionsfreie, wenig Raum beanspruchende Kabelverbindung.

Schalter und Apparate.

Man findet Schalter und sonstige Apparate außerhalb des HdE nur in Einzelausführungen und muß sich daher darauf beschränken, einige Typen einzeln und zusammenhanglos zu erwähnen. — Einen ölgefüllten Hauptstrom-Spindel-Endschalter für Hub- und Fahrwerke hatte die Stromag, Dortmund, ausgestellt. Der Schalter kann in betriebsfertig eingebautem Zustand eingestellt werden, er arbeitet nach Wunsch einseitig oder doppelseitig und unterbricht den Hauptstromkreis nur in der gefährdeten Bewegungsrichtung. — In der Werkzeugmaschinenhalle zeigte die Starkstromapparatebau G. m. b. H., Berlin SO 36, einen als Einbauschalter ausgebildeten Einhebel-Steuerschalter (Abb. 9), der mehr als zwei Motoren zu steuern vermag in der Weise, daß der Steuerhebel in mehreren Ebenen geschwenkt wird und daß in jeder Ebene unter verschiedenen Schwenkwinkeln je eine Stellung für eine bestimmte Drehrichtung, Drehzahl eines Motors, für eine elektromagnetische Anordnung oder dgl. vorgesehen ist. Kleine Motoren werden direkt, größere mit Hilfsstrom gesteuert. Die Frontplatte des Schalters wird zur Erkennung des jeweiligen Schaltzustandes mit entsprechenden Marken versehen.

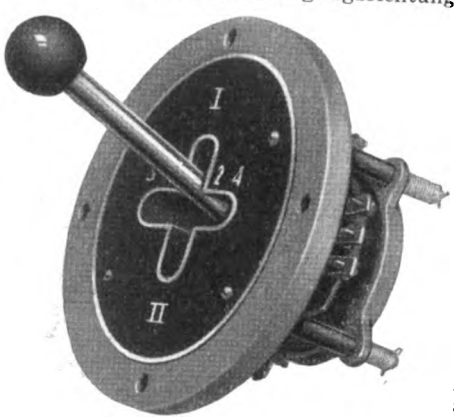


Abb. 9. Einhebel-Steuerschalter.

Für den Anschluß von elektrischen Herden u. dgl. baut die SEAG, Stuttgart-W., ein Schaltgerät mit Heinisch-Riedl-Schutz, das im Bakelitgehäuse für Aufputz- und Unterputzmontage geliefert wird. Besonders für Temperaturregler ist ein Schaltgerät von Louis Arntz, Lüdenscheid, bestimmt. Das Gerät kann max. 5,5 kW Wechselstrom, 4,5 kW Gleichstrom schalten und arbeitet ohne Schaltröhren. Die beiden Arbeitsstromspulen werden nach der Schalthandlung durch Verriegelungskontakte wieder stromlos gemacht.

Raumschutzanlagen, Thermo- und Uhrenkontakte usw. sind auf empfindliche Relais angewiesen. Ein solches Relais stellte die Wemac G. m. b. H., Frankfurt a. M., aus. Das Relais spricht noch bei 0,1 mA sicher an und kann bis zu 2 A schalten. Die Firma hat das Relais für eine hübsche Schaufensterreklame benutzt: Hinter dem Schaufensterglas ist in Brusthöhe eine rote Metallscheibe, dahinter unsichtbar das Relais befestigt. Legt man die Hand auf die Scheibe und ändert so die Kapazität der Metallplatte, so schaltet sich z. B. die Schaufensterbeleuchtung für gewisse Zeit ein.

Auch die schon im Vorjahr erwähnten kleinen Wechselrichter waren auf der Messe vertreten und durch neu hinzugekommene Typen vermehrt. Sie sind brauchbar als Schutzwandler sowie für den Anschluß von Rundfunkempfängern, Spielzeug, Signal- und Leuchtröhrenanlagen. Der Baco-Wechselrichter von W. M. Bank & Co., Dresden A 24, arbeitet mit schwingenden Federn und leistet bis 100 VA. Der Ifema-Gleichstrom-Umwandler der Ifema, Leipzig O 5, hat eine kommutatorähnliche, umlaufende Schaltvorrichtung.

Digitized by Google

Hausgeräte, Rundfunk.

Alfred Teves, Frankfurt a. M., hat einen Kühlschrank herausgebracht, dessen neuartiger Antrieb Beachtung verdient. Es handelt sich um einen Schrank nach dem Verdichterverfahren; der Kolbenkompressor wird aber nicht durch einen umlaufenden Motor getrieben, sondern unmittelbar elektromagnetisch. Der Kompressor ist in sich völlig abgeschlossen, der Kolben schwingt im Takt des Wechselstromes im Feld einer außen angebrachten Spule mit kleinem Hub hin und her. Daß Stopfbuchse und Antriebsriemen entbehrlich sind und daß überhaupt nur zwei bewegliche Teile vorhanden sind, wirkt sich günstig auf Abnutzung und Wirkungsgrad aus. Der mittlere Stromverbrauch des 85 l-Schrankes wird zu rd. ¾ kWh im Tag angegeben. Nach dem gleichen Grundsatz baut die Firma eine Haushalt-Kaffeemühle, deren Mahlkolben mit 50 Hz und etwa 2 mm Hub schwingt; Stromverbrauch 60 W.

Staubsauger waren zahlreich ausgestellt; die Konstruktionen zielen auf geringen Preis bei vielseitiger Verwendbarkeit und Handlichkeit im Gebrauch. Der kleine Staubsauger von Vorwerk & Co., Wuppertal-Barmen, ist im Vorjahr weiter ausgebaut worden und nun auch als Bohner, Haartrockner und Zerstäuber verwendbar. Der 90 W-Universalmotor gibt eine Saugleistung von 1500 l/min.

Auf dem Gebiet des Rundfunks hat die große Verbreitung des Volksempfängers VE 301 eine ganze Reihe von Firmen veranlaßt, Zusatzgeräte zu diesem Empfänger zu bauen, die die Selektivität erhöhen und auch an einer besonderen Skala die Einstellung auf Stationsnamen erlauben. Schließlich sind auch größere Zusatzgeräte geschaffen worden, die den VE zu einem Zweikreisgerät machen. Einige Beispiele aus beiden Gruppen seien angeführt. Die Kupfer-Asbest-Co., Heilbronn a. N., liefert einen „Klangwähler", der den hellen Klang des VE-Lautsprechers dunkler färbt, was der Musikwiedergabe zugute kommt. Sie bietet ferner eine geeichte Stationsnamen-Leuchtskala an und eine Lichtantenne, die am VE bequem anzubringen sind. Einen ansteckbaren verlustarmen Sperrkreis für zwei Wellenbereiche stellten die Undy-Werke G. m. b. H., Frankfurt a. M., aus. Ing. P. Jürgens, Leipzig C 1, war u. a. mit einer geeichten und beleuchteten Skala vertreten. Hochfrequenz-Vorsatzstufen, durch die der VE zum Zweikreiser wird, bauen die Firmen Braun Radio, Frankfurt a. M., und Roland Brandt, Berlin SO 36. Das Gerät von Brandt, das als Untersatzstück leicht mit dem VE zu verbinden ist, ist z. B. mit einer Penthode sowie mit Sperrkreis und Doppelskala ausgerüstet (53 Stationsnamen und die VE-Skala).

Wohl erstmalig waren in diesem Jahr zur Messe auch neue Gerätetypen herausgekommen, die man früher der Berliner Funkausstellung vorzubehalten pflegte. Die Mehrzahl dieser Geräte war im HdE ausgestellt[3]); in Halle 6 fand man u. a. neue Empfänger der Staßfurter Rundfunkgesellschaft, Staßfurt, sowie Geradeausempfänger von Owin Radio, Hannover. Als Besonderheit mag der „Roka"-Empfänger (Robert Karst, Berlin SW 68) für die Puppenstube erwähnt werden, ein den großen Geräten äußerlich nachgebildeter Detektorempfänger von 5½ cm Höhe mit fest eingestelltem Detektor und verstellbarer Spule mit rückwärtigen Anschlußbuchsen (für Kopfhörerempfang).

Stark vertreten waren wieder Geräte zur Plattenaufnahme und -wiedergabe. Neue Plattenspieler zeigten z. B. M. Joh. Ehrl, Mittweida i. Sa., ferner die Undy-Werke, Frankfurt a. M., deren Gerät auch einen Klangfarbenregler enthält. Ein schönes Gerät für Aufnahme und Wiedergabe baut Sander & Janzen, Berlin N 58 (Saja). Die Schneidführung liegt unter dem Plattenteller, was den Plattenwechsel bequem macht; auch durch die Anordnung des Schalters, die Ausführung der Schneiddose usw. ist rasche und sichere Bedienung angestrebt worden. — Außer den Plattengeräten fand man auch eine Vorrichtung für die Schallaufzeichnung auf Stahldraht, die auch als Baukasten herauskommen soll und nach Angabe des Herstellers dank einem geänderten Magnetaufbau Frequenzen bis zu 10 000 Hz aufzeichnet. Die Vorführung des ausgestellten Versuchsmusters konnte indessen noch nicht voll befriedigen. — Auf die zahlreichen Einzelteile: Störschutzkondensatoren, Kleinteile, Antennen usw., kann hier nicht näher eingegangen werden, doch seien noch die Glimmröhren der Deutschen Glimmlampen-Gesellschaft m. b. H., Leipzig C 1, erwähnt, die für Signalzwecke sowie als Abstimmungsanzeiger für Empfänger sich bewährt haben. Durch einen Spalt von 5 cm Länge sieht man die drahtförmige Kathode, deren Glimmbedeckungslänge die Ausgangsamplitude des Verstärkers oder die Gleichspannungsänderung beim Schwundausgleich anzeigen kann.

[3]) Vgl. S. 560 dieses Heftes.

Lichttechnik.

Eins der jüngsten Arbeitsbeschaffungsziele, die Hausnummern-Beleuchtung, fand selbstverständlich auch auf der Messe ihren Niederschlag. Ferner wurden von mehreren Firmen preiswerte Kandelaberleuchten ausgestellt, die vornehmlich für Siedlungen, Parks, Gasthausgärten u. dgl. geeignet sind. Unter den Beleuchtungen für Werbezwecke fielen Röhren mit neonähnlichem Licht in zahlreichen schönen Farbtönen auf. Es handelt sich einfach um ölgefüllte Glasröhren, die in Ausschnitte einer Frontplatte eingefügt sind und von dahinter angebrachten Glühlampen durchleuchtet werden. Wenn auch naturgemäß die Lichterzeugung hier weniger wirtschaftlich ist, so genügt doch die billiger zu erstellende Anlage für viele Ansprüche. Hersteller der Röhren ist Carl Haider G. m. b. H., München 25.

Das Wissen um die heilende und vorbeugende Wirkung des ultravioletten Lichtes ist heute Allgemeingut geworden, daher dürfte ein billiger, für die Heimbenutzung geeigneter Ultravioletthöhenstrahler günstige Aufnahme finden, den die Ulvir-Gesellschaft, Berlin O 17, herausgebracht hat. Der Strahler arbeitet mit einem Lichtbogen in freier Luft, der im Brennpunkt eines kleinen Hohlspiegels brennt und über einen im Apparatfuß eingebauten Vorwiderstand unmittelbar an das Lichtnetz angeschlossen wird. Die billigen, kleinen Elektroden enthalten u. a. seltene Erden, ihre Brenndauer beträgt 1 bis 2 h. Sie können nach dem Erkalten nicht wieder gezündet werden, man muß daher während der Brenndauer nacheinander mehrere Personen bestrahlen, wenn man nicht auf die völlige Ausnutzung des Elektrodenpaares verzichten will. Die Strahlung des Bogens ist, wie das Spektrogramm ausweist, kräftig im Dorno-Gebiet, aber auch im infraroten Teil, so daß die „Ulvir-Sonne" auch bei entzündlichen Erkrankungen mit Vorteil benutzt werden kann.

Die Photozelle ist schon seit einer Reihe von Jahren in vielfältigen Anwendungen auf der Messe vertreten. Ein hübsches Lehrmittel auf diesem Gebiet zeigte Otto Pressler, Leipzig C 1: den Photo-Kippkreis nach Dr. H. Richter. Es handelt sich um eine freistehend angeordnete Schaltung aus drei Teilen: Photozelle, Glimmröhre und Kondensator. Man kann mit dem Gerät zahlreiche Versuche der Elektronenphysik und der Optik vorführen, z. B. über die Vorgänge in Gasentladungen, Eigenschaften von Photozellen und Kondensatoren, Gesetze der Lichtausbreitung usw. — Belichtungsmesser für Photographen waren in den bewährten Ausführungen vielfach ausgestellt. Wir wollen hier noch zwei neuere Typen den früher bereits beschriebenen hinzufügen: das kleine Picoskop in Preßstoffgehäuse (Excelsior-Werk Rudolf Kiesewetter, Leipzig C 1) und den Tempophot-Belichtungsmesser (Metrawatt AG., Nürnberg O.). Das erste Gerät wird in waagerechter, das zweite in senkrechter Lage benutzt. Beim Picoskop ist noch die Ausblendung des richtigen Bildwinkels durch einen Winkelspiegel zu erwähnen, der das in das Gerät unmittelbar einfallende Oberlicht völlig von der Messung ausschaltet.

Meßtechnik.

Die Meßgeräte für Dampfdrücke, Flüssigkeitsmengen und all die Größen, die in wärmetechnischen Anlagen gemessen werden, bedienen sich bekanntlich weitgehend des elektrischen Stromes als Hilfsmittel, im besonderen dann, wenn Fernanzeige erwünscht ist. Derartige Geräte werden von zahlreichen deutschen Firmen hergestellt und in Leipzig in Halle 21 gezeigt. Beim Antrieb schreibender Geräte teilt heute bereits der Synchronmotor das Feld mit den Feder-Uhrwerken. Oft ist das gleiche Instrument mit beiden Antrieben lieferbar, wie z. B. der Punktschreiber von Hartmann & Braun AG., Frankfurt a. M., jetzt auch mit Uhrwerk geliefert wird. Als Neuerung an den Fallbügel-Temperaturreglern der gleichen Firma ist zu verzeichnen, daß sie mit Programmgeber ausgerüstet werden, so daß der Temperaturverlauf nach einem vorher bestimmten Programm selbsttätig gesteuert werden kann.

Als Beispiel eines Gasprüfers sei das Gerät von Dr. Kroeber & Sohn G. m. b. H., Treuenbrietzen, kurz beschrieben. Die zu untersuchenden Gase diffundieren in eine Kammer, in der stromdurchflossene Meßdrähte liegen. Die Anzeige beruht auf der Widerstandsänderung der Meßdrähte, hervorgerufen entweder durch katalytische Verbrennung an der Oberfläche des geheizten Drahtes oder durch Wärmeableitung durch die umspülenden Gase

Digitized by Google

oder durch beide Wirkungen gemeinsam. Auf dieser Grundlage können Rauchgase, Leuchtgas, Benzin, Blaugas und andere überwacht werden.

Die Süddeutsche Zähler-Gesellschaft m. b. H., München 8, hatte einen neuen Wechselstromzähler Form WN mit besonders durchschlagsicheren Spulen ausgestellt, ferner einen Betriebsstundenzähler zur Verwendung an Elektromotoren, die Lohnarbeit verrichten (Dreschmaschine, Kreissäge usw.). Der Zähler wird mit dem Wellenstumpf verbunden und zeigt die Betriebszeit, ob nun der Motor vorwärts oder rückwärts läuft. An dieser Stelle sei gleich noch der elektrischen Stoppuhr von Hartmann & Braun gedacht. Sie zeigt mit drei Zeigern Minuten, Sekunden und Zehntelsekunden, Auslösung elektrisch oder von Hand. Der Zehntelsekundenzeiger zeigt stets volle Teilstriche, damit der Ablesende nicht zu sinnlosen Schätzungen verführt wird.

Sogar ein Hochspannungs-Meßgerät war außerhalb des HdE zu finden, und zwar das Hochspannungs-Voltmeter nach Starke-Schroeder[4]), das jetzt von der Firma Dr.-Ing. Richard Schroeder, Aachen, gebaut wird. Das Instrument arbeitet elektrostatisch und wird ohne Spannungsteiler an die volle Spannung gelegt, Meßbereich der Typenreihe 2 bis 500 kV. — Für die Untersuchung von Wechselstromkurven bei Frequenzen bis 10 000 Hz hat Otto Pressler, Leipzig C 1, das Polar-Glimmoszilloskop entwickelt. Auf einer schwarzen rotierenden Kreisscheibe ist eine Glimmröhre mit fadenförmigem Entladungsraum radial angeordnet; die zu prüfende Stromkurve erscheint als Modulation der Randkurve einer leuchtenden Kreisscheibe. Neben Kurvenform und Höchstwert kann man auch die Frequenz ermitteln. — Normal-Meßkondensatoren in Präzisionsausführung (Genauigkeit 1 bis 1,5 ‰) zeigte Dr. Max Ulrich G. m. b. H., Leipzig C 1. Die Kleinkondensatoren der Firma mit der Kapazität 0,01 pF sind in Bernstein gelagert und mittels einer Irisblende oder durch das Einschieben von gelochten Platten veränderbar.

Zur Meßtechnik gehören schließlich auch die Drahtlängen-Meßgeräte für Drähte, Litzen und Kabel. Als Neuheit zeigten R. Scheibe & Söhne G. m. b. H., Leipzig C 1, ein Gerät zum Abspulen bestimmter einstellbarer Drahtgewichte, bedeutsam z. B. bei der Zuteilung von Dynamodraht in Wickeleien.

[4]) ETZ 49 (1928) S. 1443.

Verschiedenes.

Zum Schluß seien noch einige Einzelheiten erwähnt, die beim Durchwandern der Hallen das Interesse des Elektrotechnikers beanspruchen durften. Bei W. Eugen Fischer, Wuppertal-Barmen, sah man eine schraubenlose Abstandschelle aus Preßstoff für die Kabel- oder Rohrverlegung. Das Unterteil der Schelle wird auf der Wand befestigt, das Rohr hineingelegt und das Oberteil, aus dem zwei mit Widerhaken versehene Federn herausragen, einfach auf das Unterteil aufgesteckt. Die Federn passen in Aussparungen des Unterteils und ihre Häkchen haken sich hinter Raster, sobald das Oberteil das Rohr berührt und fest angedrückt hat. Die Schelle paßt für Querschnitte von 11 bis 19 mm. — Eine gute Lösung des Problems der Schraubensicherung zeigten die Aluminiumwerke Göttingen G. m. b. H., Göttingen, in ihren „Elastic-Stop-Sicherheitsmuttern". In die Mutter ist oben an Stelle der letzten Gewindegänge ein Fiberring fest eingepreßt; sein lichter Durchmesser entspricht dem Kerndurchmesser des Bolzens. Die Wirkungen dieser einfachen Vorrichtung können hier nicht einzeln auseinandergesetzt werden, jedenfalls bilden Bolzen und Mutter nach dem Anziehen einen festen, durch Schwingungen nicht zu lockernden Verband.

Im Freigelände der technischen Messe fanden sich natürlich auch Elektrofahrzeuge. Da diese aber erst kürzlich anläßlich der Automobilausstellung in der ETZ gewürdigt wurden[5]), kann auf eine Wiederholung verzichtet werden. Dagegen sei noch der schönen elektrischen Spielzeug-Eisenbahnen gedacht, welche Gebr. Märklin & Cie., Göppingen, im „Petershof" vorführten. Neben einem Modell der neuesten Stromlinienlokomotive der Reichsbahn sah man eine naturgetreue Wiedergabe der ersten Eisenbahn Nürnberg—Fürth (1835), mit Figuren in Biedermeiertracht besetzt (Abb. 10). Sehr fesselnd wirkte die neue elektrische Fernschaltung der Modelleisenbahnen, mit der man die Züge vor- und rückwärts fahren und (bei Wechselstrom) sogar unter Strom mit brennender Wagenbeleuchtung halten lassen kann.

Abb. 10. Modell der Eisenbahn Nürnberg—Fürth (1835).

[5]) ETZ 56 (1935) S. 503.

Messe und Konjunkturlage*).

Die diesjährige Leipziger Frühjahrsmesse zeigte zum ersten Male wieder eine höhere Besucherzahl und vergrößerte Ausstellerzahl, ein Erfolg, auf den das Leipziger Meßamt mit Recht stolz sein kann. Diese beiden Tatsachen stellen die Grundlage für das Gelingen der Messe dar. Sie sind aber noch nicht der Erfolg der Messe an sich. Damit ist nur die Vorarbeit geleistet, Verkaufsmöglichkeiten zu schaffen. Die Verkäufe selbst können nur in mühsamer Einzelarbeit getätigt werden. Dies gilt ganz besonders für die Ausfuhr. Hier heißt es, um jeden Auftrag ringen, denn selbst bei dem besten Willen der Käufer darf nicht vergessen werden, daß die Wirtschaftskrise der Welt nun schon sechs Jahre anhält, und daß die Wunden, die eine so lange Zeit dem Handel schlägt, nicht über Nacht geheilt werden können. Wenn also die Exportaufträge nicht in dem Maße steigen, wie die Besucherzahl aus dem Ausland zunimmt, so liegt darin nichts Beunruhigendes, denn der Auslandskunde wird ja in seinem Entschluß nicht allein durch das Angebot bestimmt, das ihm auf der Leipziger Messe gemacht wird, sondern vor allem durch die Aufnahmefähigkeit seiner Abnehmer, beziehentlich seines Heimatlandes.

Die Bedeutung der diesjährigen Leipziger Messe liegt nun für die Aussteller ganz besonders in der Erkenntnis, daß heute die Ausfuhrmöglichkeit nicht mehr im einfachen Massenartikel liegt. Allgemein fand jedoch dieses Jahr hochwertige Ware bei dem Auslandsbesucher wieder erhöhte Beachtung, und darin liegt das Ermutigende, das die diesjährige Frühjahrsmesse uns gebracht hat. Wertarbeit war von jeher das Kennzeichen deutscher Fertigung, und wir wollen stolz darauf sein, daß sich hier eine Möglichkeit ergibt, in stetem Ringen Schritt um Schritt das verlorene Gelände wiederzugewinnen.

Die Formen des primitiven Tauschverkehrs, auf die im Grunde genommen der Welthandel zur Zeit wieder zurückgreift, können und werden nicht die endgültige Form des Wirtschaftsverkehrs zwischen den Völkern bilden. Man darf dies nur als notwendige Übergangserscheinungen zu einer neuen, planvollen Weltwirtschaft betrachten, notwendig deshalb, weil man auf Schutt und Trümmern keinen Neubau errichten kann, sondern den Platz erst einmal für den neuen Bau freimachen muß, das heißt aber, die Reste der alten Weltwirtschaftsform erst einmal abbauen, ehe man eine neue Ordnung errichten kann.

Von diesem Standpunkt gesehen ist die diesjährige Frühjahrsmesse auch für den Elektrotechniker ein Markstein, zeichnet sie doch auch für ihn den Weg ab, auf dem er in beharrlichem Ringen in der neuentstehenden Wirtschaftsverknüpfung der Völker für seine Erzeugnisse Absatz schaffen und finden kann. Der Weg heißt, Wertarbeit höchster Güte anzubieten. Dann wird der Erfolg nicht ausbleiben können; denn noch immer hat sich jeder Käufer doch einmal zum scheinbar teureren, in Wirklichkeit aber wohlfeileren Erzeugnis tüchtiger Werkmannsarbeit zurückgefunden. *HM.*

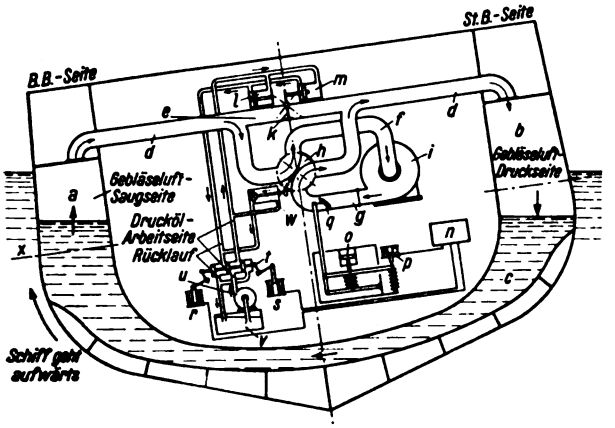
*) Nach W. E. Z., Amtliche Zeitschrift der Leipziger Messe für den deutschen Binnenmarkt 19 (1935), H. 5, S. 1.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Aus der Schiffbautechnik.

Tankstabilisierungsanlage für Schiffe. — Bei der von J. J. Pfeil beschriebenen, gesteuerten, gebläsegetriebenen Tankstabilisierungsanlage handelt es sich um eine zwangsläufige Steuerung querschiffbewegter Massen. Der Aufbau und die wesentlichen Teile der Anlage sind aus Abb. 1 zu ersehen. Der für das richtige Arbeiten der ganzen Anlage wesentliche Teil ist das elektrische Steuergerät (*n*) mit Kreisel und Phasenregelung. Der kleine in einem Kardangehänge liegende



a	B.B.-Tankraum (Schlingertank)	*l*	linker Verblockungskolben (Stößel)
b	St.B.-Tankraum	*m*	rechter Verblockungskolben
c	Wasserverbindungskanal (Innenkanal)	*n*	Steuergerät
d	Luftverbindungskanal	*o*	Leistungsregler
e	Steuerklappenleitung	*p*	Magnet zum Leistungsregler
f	Gebläsesaugleitung	*q*	Drosselklappe
g	Gebläsedruckleitung	*r* u. *s*	linker u. rechter Magnet
h	Luftsteuerdrehschieber	*t*	Ölsteuerschieber
i	Luftgebläse	*u*	Ölpumpe
k	Luftsteuerklappe	*v*	Ölsammelbehälter
		w	Antriebskolben zum Drehschieber

Abb. 1. Schlingerdämpfungsanlage für Schiffe.

Kreisel für etwa 20 000 U/min erfaßt die Schlingerbewegungen des Schiffes, ermöglicht also die Messung der Abweichungen der Schiffslage um die Längsachse gegen den Horizont. Der so erhaltene Schlingerwinkel wird durch ein Nachlaufkontaktwerk auf einen kleinen Elektromotor übertragen. Dieser wieder betätigt zwei Phasenregler derart, daß ihre als Rechts- bzw. Linksspiralen gewickelten Federn gespannt oder entspannt werden und sich die durch Gestänge mit den Federn verbundenen Kolben in den mit Öl gefüllten Dämpfungszylindern der Regler auf- und abbewegen. Von den beiden Phasenreglern ist der eine schwach gedämpft und liefert Steuerwerte, die den Schlingerbewegungen proportional, in der Phase jedoch diesen gegenüber verschoben sind, während der zweite stark gedämpft wird. Die jeweiligen Stellungen der Regler zueinander werden auf eine Kontaktvorrichtung und von da auf Steuerrelais geleitet, die den Hubmagneten (*r* und *s*) an dem Ölsteuerschieber (*t*) Spannungen geben und den Steuerzeitpunkt sowie die Richtung angeben. Ein weiterer wichtiger Teil der Gesamtanlage ist der Leistungsregler (*o*), dem die Aufgabe zufällt, die Gebläseleistung so zu regeln, wie es die jeweilige Betriebslage erfordert.

Bei der in Abb. 1 wiedergegebenen Phase hat vom Steuergerät *(n)* aus der Hubmagnet *(r)* angezogen, den Ölsteuerschieber (*t*) nach links gezogen und durch das Drucköl den Flügel des Drehschiebers (*h*) und die Stößel (*l* und *m*) in die gezeichnete Stellung gebracht. Das Gebläse (*i*) drückt durch die Gebläsedruckleitung (*g*) bei geöffneter Drosselklappe (*q*) durch den Drehschieber hindurch auf den St. B.-Tank (*b*) und saugt die Luft aus dem B. B.-Tank (*a*) durch die Saugleitung (*f*) und den Drehschieber an. Bei der in den Tanks und in den Luftleitungen vorhandenen, begrenzten Luftmenge ergibt sich schnell ein Unterdruck auf der B. B.-Seite, so daß die Stabilisierungsflüssigkeit durch den Innenkanal (*c*) nach links wandert, im B. B.-Tank hochsteigt und dem Aufschlingern des Schiffs entgegenarbeitet. Die Steuerklappe ist durch den rechten Stößel (*m*) nach der einen Seite hin verblockt. Bei der Schlingerdämpfung wird, wenn man sinusförmigen Verlauf der Bewegungen annimmt, als günstig anzusprechen sein, wenn die Tankflüssigkeitsbewegung in der Phase um 90 ° gegenüber der Schiffsschlingerbewegung verschoben wirkt. (Siemens-Z. Bd. 15, S. 50.) *Hzh.*

Elektromaschinenbau.

Dielektrische Verluste in Wechselstrom-Generatoren. — Nachdem man im Laufe der Zeit erkannt hat, daß sich die Betriebsicherheit von Hochspannungsisolationen aus der Größe und vor allem aus dem Verlauf des Verlustfaktors voraussehen läßt, wird in steigendem Maße auch der Verlustfaktor von Generatorwicklungen gemessen. Aus einer Rundfrage der „Allianz" geht hervor, daß man sowohl in den Erzeuger- als auch in den Verbraucherkreisen den Wert der Verlustfaktor-Messung anerkennt, allerdings wird allgemein davor gewarnt, voreilig Grenzwerte für die zulässigen Zahlen festzulegen. G. Keinath berichtet über bisher durchgeführte Messungen und Meßverfahren, insbesondere über Messungen, die in Holland vorgenommen wurden und erkennen lassen, in wie weiten Grenzen der Verlustfaktor eines Generators schwankt. Die Werte bewegen sich zwischen 1 % im kalten Zustande und 50 % im warmen Zustande. Besonders kennzeichnend sind die Alterungsvorgänge, die zunächst ein Verkleinern des Verlustfaktors bewirken; später, gegen Ende der Lebenszeit, wächst der Verlustfaktor wieder an. Die Messungen mit der Schering-Brücke sind umständlich und zeitraubend, sie können vor allem nicht im normalen Betrieb unter Last vorgenommen werden, obwohl das gerade bei den Generatoren so notwendig wäre, weil die Messung im kalten Zustand nicht viel mehr als einen Zufallswert bringt, der nicht kennzeichnend ist für den Zustand des Innern. Es wird ein Verfahren in Aussicht gestellt, mit dem man an betriebsmäßig arbeitenden Generatoren mit einem schreibenden Instrument den Verlustfaktor und damit die Alterungsvorgänge fortlaufend überwachen kann[1]). (G. Keinath, Arch. techn. Mess. V 3341—1, Jan. 1935.) *Sb.*

Astatische Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren mit Elektronenröhren. — Während die bisher mit Elektronenröhren arbeitenden Drehzahlregelungen von Maschinen eine statische Regelung ergeben, das heißt, daß jedem Belastungs- bzw. Netzspannungszustand je nach der Charakteristik und Empfindlichkeit der Regelung eine bestimmte Drehzahl zugeordnet ist, hat sich J. Ratzke die Aufgabe gestellt, eine astatische Drehzahlregelung zu entwickeln. Bei dieser hochempfindlichen Drehzahlregelung darf also jedem Belastungszustand nur eine bestimmte Winkelabweichung gegenüber der Vergleichsmaschine zugeordnet sein. Die Größe der Winkelabweichung richtet sich bei einem bestimmten Belastungsfall dann wieder jeweils nach der Empfindlichkeit der gesamten Regelanordnung.

Die zur Aufrechterhaltung einer dauernd wirkenden astatischen Regelung notwendige Änderung des Erregerstromes wird zweckmäßig durch das Elektronensteuerrohr erzeugt, welches der Erregung als veränderlicher Widerstand vorgeschaltet ist. Auf das Steuergitter des Rohres wirkt die resultierende Spannung von zwei gleichen, mit gleichbleibendem Feld erregten entgegengeschalteten Wechselstrom- Tachometermaschinen, von denen die eine mit der Solldrehzahl umläuft, während die andere mit dem zu regelnden Motor gekuppelt ist. Die Größe der auftretenden resultierenden Wechselspannung ist daher wie gefordert von der gegenseitigen Winkellage der beiden Tachometermaschinen abhängig und bewirkt über das Steuergitter die notwendige Erregerstromänderung. Die mathe-

[1]) Diese Veröffentlichung wird unter V 3441/2 in Kürze im ATM. erscheinen.

Digitized by Google

matische Untersuchung dieses mechanisch-elektrischen Systems führt auf eine Differentialgleichung vierten Grades, deren strenge Lösung angegeben wird. Für praktische Zwecke wird ein Verfahren angeführt, welches mit Hilfe experimentell gewonnener Festwerte und Ergebnisse die Ordnungszahl der Grundgleichung erniedrigt. Für die vom Verfasser experimentell untersuchte Regelung eines 7 kW-Motors ergab sich die Stabilitätsgrenze, das ist jener Zustand, bei welchem das ganze System vom gedämpften in den angefachten Schwingungszustand übergeht, mit einer Empfindlichkeit von 18 mA/Grad; d. h., daß die Änderung des Erregerstromes 18 mA für 1° Winkelabweichung beträgt. Da die Arbeitsempfindlichkeit aber nur mit 2,5 mA/Grad eingestellt wurde, ist eine genügende Stabilität im Betriebe vorhanden. Dabei konnte die höchste Winkelauslenkung bei Belastungsänderungen, wie sie im Betriebe auftritt, mit den Forderungen der Papiermaschinenpraxis in Einklang gebracht werden. Die höchste Winkelauslenkung betrug bei betriebsmäßigen Belastungsänderungen je nach der eingestellten Empfindlichkeit von 4 bis 2 mA/Grad 40 bis 80 elektrische Grade. Während sich die Regelzeiten, in welchen die Endwerte bis auf rd. 1 % erreicht werden, in den Grenzen zwischen 4 und 2,5 s bewegten.

Am Schluß der Arbeit werden noch Wege und Vorschläge angegeben, um durch Rückführungen und gegenseitiges Abstimmen der Energiespeicher diese Regelung den schwersten Betriebsbedingungen anzupassen. Aus den beigefügten Oszillogrammen und deren Auswertung wird die praktische Verwendbarkeit dieses Regelverfahrens für empfindliche, bis auf Winkelauslenkungen genaue relative Drehzahlregelungen genügend belegt und bestätigt. (J. Ratzke, Arch. Elektrotechn. 29, H. 4, S. 223.)

Kraftübertragung.

Berechnung von Hochspannungsnetzen. — Ch. Lavanchy veröffentlicht ein Verfahren zur Berechnung von Hochspannungsleitungen. Die umfangreiche Arbeit stellt an das mathematische Wissen und Können des Lesers recht erhebliche Anforderungen. Unter diesen Umständen dürfte die Arbeit nur den sehr kleinen Teil der Fachgenossen interessieren, die sich ausschließlich mit der Theorie von Leitungsberechnungen beschäftigen. Der Praxis dürfte die Arbeit verhältnismäßig wenig bieten, da eine große Zahl von Berechnungsverfahren bekannt ist, die nur angenäherte Ergebnisse liefern, deren Genauigkeit aber meist ausreicht. Es darf ja nicht übersehen werden, daß die Belastungen der Leitungen in den meisten Fällen nur sehr wenig bekannt sind, so daß genaue Rechnungen keinen großen Wert haben. — Den Fachgenossen, welche sich mit der Theorie eingehend beschäftigen, ist der Aufsatz zu empfehlen. (Ch. Lavanchy, Rev. gén. Électr. Bd. 36, S. 11 u. 51.) *Btw.*

Leitungen.

Eine 500 kV-Versuchs-Freileitung in der UdSSR. — Beim Studium der Fragen über den Ausbau eines Großkraftnetzes für das ganze UdSSR nach einheitlichem Plan ist man zu der Überzeugung gekommen, daß zur wirtschaftlichen Lösung dieser Aufgabe Spannungen von mindestens 400 000 V erforderlich sind. Da man z. Z. Erfahrungen nur mit Kraftübertragung bis 220 kV besitzt, wurde eine Versuchsfreileitung zur Untersuchung aller Erscheinungen, die bei so hohen Spannungen auftreten können, geplant. Entwurf und Bau wurde dem Institut für Elektrophysik in Leningrad übertragen. An der Leitung soll z. B. die Prüfung von Leitungen verschiedener Konstruktionen, die Anwendung verschiedener Isolatorentypen, der Schutz der Leitungen und der Isolatoren gegen Lichtbogen, Feststellung der erforderlichen Verfahren, ferner das Auftreten von Korona-Erscheinungen untersucht werden.

Die Länge der z. Z. in Bau befindlichen Versuchsstrecke beträgt 1500 m. Für die geplante Verbindung des Uralnetzes mit dem des Kusbass kommt ein Mindestquerschnitt von 400 mm² bei Kupfer in Frage. Für den ersten Versuch wird eine Aluminiumleitung mit einem Durchmesser von 42 mm und einem Querschnitt von 680 mm² verwendet. Entsprechende Zugklemmenkonstruktionen wurden im Laboratorium ausgearbeitet. Eine Klemme, die auf dem Prinzip der Umpressung der Leitung auf einer Länge von 300 mm bei einem Druck von 50 bis 60 t beruht, hat sich besonders gut bewährt. Gegenüber einer Bruchlast der Leitung von 10,8 t wurde die Klemme erst bei 10,6 t schadhaft. Trotzdem man gewöhnlich die Leitungen bei 380 kV mit 350 bis 400 m Spannweite ausführt, mußte infolge örtlicher Verhältnisse für die Versuchstrecke eine Entfernung von nur 300 m gewählt werden. Die Traversen haben eine Länge von 24 m, und die Leitungen sind verschiebbar angeordnet, so daß man die Entfernung zwischen den Phasen von 10 bis auf 12 m vergrößern kann. Auch die senkrechte Entfernung zwischen den Aufhängepunkten der Leitungen und des Erdseils kann durch Anbringung von Zusatzträgern zwischen 5 und 13 m meterweise eingestellt und durch eine Neigung der Träger horizontal in der Richtung der äußersten Phasen verschoben werden. Die Abspannmaste sind unter Zugrundelegung eines Kupferhohlseils von 50 mm (600 mm²) bei einer zulässigen Spannung von $\sigma_{max} = 15$ kg/mm², für einen Zug von 9 t bei minus 5 ° und Zusatzlast, entsprechend 7360 kg bei gleicher Temperatur ohne Zusatzlast berechnet, die Tragmaste für einen Zug von 3,47 t mit starr befestigten Traversen, aber Gelenken an den Fundamenten. Der Mindestabstand der Leitungen vom Erdboden bei 42 mm (400 mm²) Hohlseil und 380 V beträgt 9 m und bei 50 mm (600 mm²) Seil 10 m. Der größte Durchhang bei + 40 ° beträgt 10,55 m. Unter diesen Verhältnissen und einer Kettenlänge von 5 m wurde die Höhe der Tragmaste mit 25 m und die Höhe der Abspannmaste mit 19,5 m festgelegt. Das Gewicht eines Tragmastes beträgt 12,9 t und eines Abspannmastes 17,9 t. Die Fundamente haben 13,6 m³ und 26,8 m³ Rauminhalt.

Das Erdseil besteht aus Stahlaluminium (äquivalent 66,5 mm² Cu), hat einen Durchmesser von 18,9 mm, einen Querschnitt von 208,4 mm² und ein Gewicht von 1,1 kg/m. Das Verhältnis des Querschnitts von Aluminium zu Stahl — 1,08. Der größte Durchhang des Seiles bei + 40 ° beträgt 6,2 m.

Die Hängeketten bestehen aus je 20 Isolatoren deutschen Fabrikates (Hescho), VDE-Type K 7, und haben eine Gesamtlänge von 5150 mm bei 500 kg Gewicht. Bei kleinen Spannweiten und kleinen Belastungen der Masten hat man russische Typen genommen, und zwar 24 Isolatoren je Kette mit einer Bruchlast von 7,5 t. Die Schutzarmatur für die Abspannketten besteht aus Dreiviertelringen von 1 m Dmr. Die Abspannketten sind zunächst Einfachketten, eine Erweiterung zu Doppelketten ist vorgesehen. Durch eine besondere Vorrichtung können einzelne Isolatoren überbrückt werden. Zum Studium der Fragen der Hochfrequenztelephonie wird unterhalb der Leitung eine besondere Antenne angebracht. Auch die Erdseile können zur Übertragung benutzt werden, wofür sie dann isoliert werden müssen.

Die Speisung der Leitungen erfolgt von einem Kaskaden-Drehstromtransformator von 300 kVA Leistung und einer Spannung von 578 kV zwischen den Phasen. Die Leitungen werden durch besondere Durchführungsisolatoren von 5 m Länge in das Laboratorium hineingeführt. Die Entfernung zwischen diesen Durchführungsisolatoren beträgt 4 m. Mit Rücksicht auf die geringen Entfernungen der Durchführungen hat man bis zum ersten Mast statt der Leitungen innen versteifte Eisenrohre von 20 cm Dmr. vorgesehen. *Th. S.*

Amerikanische Versuche an Kettenisolatoren. — Die kurzzeitige elektro-mechanische Prüfung von Hängeisolatoren der Kappenform ist auch nach den amerikanischen Erfahrungen für die Beurteilung des Betriebsverhaltens der Isolatoren nicht geeignet. Dauerlastversuche, wie sie in Deuschland seit langem[1]) üblich sind, geben ein wesentlich besseres Bild. Die von R. W. Sorensen angestellten Versuche erstrecken sich auf das Verhalten der sogenannten „10 Zoll-Type", die in ihren Abmessungen etwa dem in Deutschland genormten Kappenisolator K 2 entspricht. Die untersuchten Isolatoren sind mit eingekittetem und teilweise auch eingebleitem Klöppel versehen. Als Mindestlast bei der kurzzeitigen elektromechanischen Prüfung werden 7 t und mehr angegeben, demgegenüber zeigen die graphischen Darstellungen der Dauerversuchsergebnisse, daß bereits bei Lasten von 3,6 bis 4,5 t nach ziemlich kurzer Zeit zahlreiche Ausfälle infolge mechanischen Versagens zu verzeichnen sind. Dabei beträgt die Gesamtversuchsdauer nur 130 Tage. Bei einer großen Zahl der Isolatoren erfolgt Herausziehen des Klöppels. (Leider sind bei einem beträchtlichen Teil der untersuchten Isolatoren Angaben über die Art des Ausfalles überhaupt nicht gemacht worden. — Der Berichter.) Besonders interessant ist die Feststellung, daß sich Isolatoren, die für noch höhere kurzzeitige Last bemessen sind, bei Dauerlast nicht wesentlich günstiger verhalten als die betrachtete „10-Zoll-Type".

[1]) ETZ 32 (1911) S. 1264

Digitized by Google

Die ausgeführten Spannungsverteilungsmessungen zeigen, soweit sie sich auf gesunde Ketten beziehen, das bekannte Bild. Wichtig ist der Hinweis, daß ein oder zwei durchgeschlagene Glieder in der Kette die Spannungsverteilung nicht wesentlich verändern. (Electr. Engng. Bd. 53, S. 1221.) *Obs.*

Beitrag zur Theorie der Rohrschutzmittel gegen Streuströme. — Strom- und Potentialverteilung zwischen mehreren, einen gemeinsamen Zwischenleiter, z. B. den Erdboden, berührende Leiter (Abb. 2) werden ganz allgemein ohne jede Hypothese über die Art der in Frage kommenden Stromkreise auf folgende, für jedes Oberflächenelement $dz = dx\,dl$ des Querschnitts S gültige Grundgleichungen zurückgeführt: $\delta = \frac{1}{\varrho_n}\frac{\partial V}{\partial n}$, $\frac{\partial i}{\partial x} - \int \frac{1}{\varrho_n}\frac{\partial V}{\partial n}\,dl = I$ bzw. $= 0$, $i = -\int \frac{1}{\varrho}\frac{\partial V}{\partial x}\,dS$. i bezeichnet den Strom, ϱ den Widerstand der Leiter, V das Potential, ϱ_n den Übergangswiderstand und δ die Streustromdichte senkrecht zur Oberfläche, I den einem der Leiter, z. B. der Schiene einer elektrischen Bahn, von außen zugeführten Strom. Für einen beliebigen Punkt P des gemeinsamen Zwischenleiters gilt bezüglich der Koordinaten x, y, z: $i_{x,y,z} = -\frac{1}{\varrho}\frac{\partial V}{\partial x,y,z}$, $\frac{\partial i_x}{\partial x} + \frac{\partial i_y}{\partial y} + \frac{\partial i_z}{\partial z} = 0$. Durch irgendein Schutzmittel, z. B. metallisch leitende Verbindung der Leiter untereinander (Dränage), Isolierverbindung oder Oberflächenschutz, wird der elektrische Zustand der verschiedenen Stromkreise geändert. Die

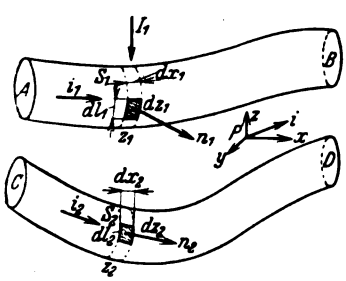


Abb. 2. Zwei Leiter mit einem gemeinsamen Zwischenleiter.

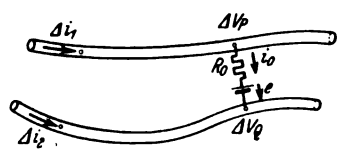


Abb. 3. Drainage.

Änderung kommt in obigen Gleichungen durch Ersatz von i durch Δi und von V durch ΔV zum Ausdruck.

1. Im Falle einer leitenden Verbindung vom Widerstand R_0 zwischen den Punkten P und Q der beiden Leiter hat der Stromübergang i_0 eine Änderung der vor dem Verbinden herrschenden Potentiale V_p und V_q um ΔV_p und

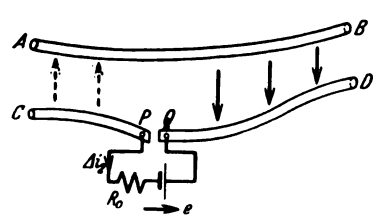


Abb. 4. Isolierverbindung.

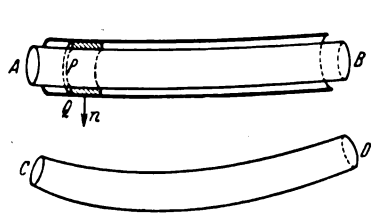


Abb. 5. Oberflächenschutz.

ΔV_q zur Folge, so daß $\Delta(V_p - V_q) = R_0 i_0 - (V_p - V_q)$. Die gleiche Wirkung würde eine fiktive, dem Strom gleichgerichtete EMK $e = (V_p - V_q)$ in der Verbindungsleitung haben, wenn alle elektrischen Werte durch ihre Änderungen ersetzt werden (Abb. 3). Es folgt $i_0 = \frac{V_p - V_q}{R_0 + R_{pq}}$, woraus R_{pq} der Widerstand des Streuweges von einem Leiter zum anderen vor dem Verbinden, durch Messung von $(V_p - V_q)$ und i_0 geschätzt werden kann[1]). Wie ersichtlich, bewirkt die Leiterverbindung sowohl im Einzugs- als auch im Austrittsgebiet vagabundierenden Bahnstroms Verstärkung des Rohrstroms.

2. Ein Zusatzwiderstand R_0 in einem Leiterquerschnitt, schlecht leitender Schienenstoß oder Rohrisolierverbindung, wirkt wie eine fiktive, dem Strom entgegengesetzt gerichtete EMK $e = R_0 i$ (Abb. 4) und verursacht am Widerstand den Spannungsabfall $e_0 = R_0 i_0 = -R_{pq} i$. Im Fall des Schienenstoßes vermindert sich der Schienenstrom und verstärkt sich entsprechend der Rohrstrom proportional zum Spannungsabfall am Stoßwiderstand, im Fall des Rohrstoßes umgekehrt.

3. Das Problem des Oberflächenschutzes, d. i. Veränderung der Oberfläche eines Leiters unter Beibehaltung seiner geometrischen Form, durch eine den Übergangswiderstand um $\Delta\varrho_n$ vergrößernde Deckschicht wird als Wirkung einer fiktiven, dem Streustrom entgegengesetzt gerichteten EMK in der Deckschicht zwischen einem Punkt P der inneren und einem Punkt Q der äußeren Oberfläche behandelt: $e = -\int_P^Q \Delta\varrho_n \delta\,dn$, $\frac{de}{dn} = -\Delta\varrho_n\delta$ (Abb 5). Ist die Deckschicht leitend und polarisiert sie sich durch den Streustrom, so tritt zur fiktiven EMK eine EMK der Polarisation, und zwar stets im Sinne einer Verminderung des Streustroms, aber nicht proportional zu diesem, weil die EMK der Polarisation schnell einen konstanten Höchstwert erreicht.

Das theoretische Verfahren läßt sich auch auf den Fall der Speisung von mehreren, gemeinsamen oder von einander unabhängigen Leitern durch besondere Stromquellen anwenden. Polarisationskräfte ändern die allgemeinen Schlußfolgerungen nicht, wenn sie von der Intensität der sie hervorrufenden Ströme unabhängig sind, sie sind dann als zusätzliche Stromquellen anzusehen. (Jules Vernaux-Jobart, Rev. gén. Électr. Bd. 36, S. 471.) *Bg.*

[1]) Anm. d. Berichters: Dies kommt dem von Herrick (Street Rly. J. 1898, S. 775) angegebenen, aber ungenauen Verfahren zur Messung des Übergangswiderstandes zwischen Schiene und Rohrleitung gleich. Vgl. auch Kallmann, ETZ 20 (1899) S. 166.

Bergbau und Hütte.

Lichtbogen-Reduktionsöfen für die Herstellung von Eisenlegierungen aus Erzen. — In Sestafoni (Georgien) wurde von der Siemens & Halske AG. eine Elektroofenanlage für die Herstellung von Ferro-Mangan aus den Manganerzen von Tschiaturi errichtet, die aus drei Öfen von je 6000 kW Aufnahme für eine Schmelzleistung von etwa 35 t 80 %igem Ferro-Mangan besteht. Diese Öfen sind mit drei in Reihe angeordneten kontinuierlichen gebrannten Kohleelektroden von 1100 mm Dmr. ausgerüstet. Eine andere Anlage des gleichen Lieferwerkes befindet sich in Kitschkas (Ukraine) zur Verhüttung von Erzen aus Nikopol. Im allgemeinen arbeiten Elektroschmelzwerke für die Herstellung von Ferro-Mangan nicht allein in den Fällen wirtschaftlich, wo sowohl Erze als auch billige elektrische Kraft verfügbar sind, sondern auch da, wo die Erze von auswärts bezogen werden müssen, wenn der Strom billig ist. Als Ofeneinheiten wählt man für die Herstellung von Ferro-Mangan und Ferro-Silizium solche von 3000 bis 10 000 kW, für die von Ferro-Chrom und Ferro-Wolfram solche von 500 bis 3000 kW. Der Lichtbogen-Reduktionsofen für die Verhüttung der Erze unterscheidet sich grundsätzlich von den sonst für die Stahlerzeugung verwendeten Öfen vor allem dadurch, daß er mit dem gedeckten Lichtbogen arbeitet, während beim Stahlofen die Elektroden im offenen Lichtbogen über dem Schmelzgut brennen. Durch das Arbeiten mit dem gedeckten Lichtbogen erreicht man, daß die aufsteigenden heißen Reduktionsgase ihre Wärme beim Durchgang durch das aufgeschichtete Beschickungsgut abgeben und zum Teil eine Vorreduktion des Erzes herbeiführen. Auch die Verluste durch Abbrand sind hierbei geringer. Die Reduktionsöfen müssen so gut gebaut sein, daß eine gute Abfuhr der entstehenden beträchtlichen Mengen von Reaktionsgasen möglich ist. Dies wird durch eine besondere Absaugevorrichtung erreicht.

Bei den für das Hüttenwerk Tscheljabinsk von der Siemens & Halske AG. gebauten drei Öfen für die Herstellung von Ferro-Silizium sind die Elektroden mit besonderen wassergekühlten Fassungen ausgerüstet, bei denen das Anpressen und Lösen der ebenfalls wassergekühlten Kontaktbacken durch wassergekühlte Hebel erfolgt. Die Elektroden können von Hand oder selbsttätig gehoben oder gesenkt werden. Die sekundären Stromleitungen für die Verbindung der Fassungen bzw. Kontaktbacken mit dem Transformator bestehen aus wassergekühlten Kupferrohren und -bändern. Die Kupferrohre sind verschachtelt ausgeführt zwecks Erhaltung eines möglichst günstigen Leistungsfaktors bei der hohen Stromstärke von 45 000 A. Der cos φ liegt zwischen 0,82 und 0,9 je nach der Betriebstromstärke. Der Transformator ist mit verschiedenen Anzapfungen versehen. Spannungsänderungen lassen sich mit einer Regelvorrichtung vornehmen. Da die Leitfähigkeit des Beschickungsgutes bei

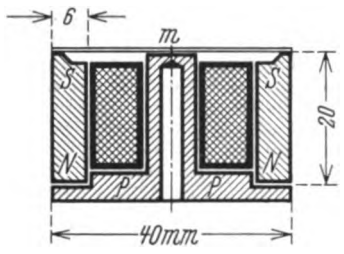
Digitized by Google

der Herstellung von 75 %igem Ferro-Silizium niedriger ist als beim 45%igen, muß man im ersten Falle eine höhere Spannung vorsehen. Die Legierung wird sowohl mit Koks als auch mit einem Koks-Holzkohle- oder mit einem Koks-Braunkohle-Gemisch als Reduktionsmittel erzeugt. Der Stromverbrauch beträgt durchschnittlich 5000 kWh/t bei der Herstellung von 45 %igem und 9000 kWh/t bei der von 75 %igem Ferro-Silizium. Auch bei der Erzeugung anderer Ferro-Legierungen erhält man günstige Wirtschaftswerte. (M. Kauchtschischwill, Siemens-Z. Bd. 15, S. 44.) *Kp.*

Fernmeldetechnik.

Einpoliger Fernhörer. — Der grundlegende Unterschied zwischen den beiden Arten von Fernhörern, des zweipoligen und des einpoligen, besteht darin, daß bei dem zweipoligen Hörer die magnetischen Kräfte die Membran nicht in der Mitte, sondern an zwei Stellen exzentrisch angreifen. Bei dem einpoligen Fernhörer ist die Kopffläche des einzigen Polschuhes eine Kreisscheibe, deren Mittelpunkt mit demjenigen der Membran in derselben Achse liegt. Die Membran besteht aus starkem, weichem, kohlenstoffreiem, im luftleeren Ofen ausgeglühtem Elektrolyteisenblech. Der tiefste Eigenton dieser Membran liegt unterhalb des tiefsten Tones, dessen die Sprechstimme fähig ist.

Der Widerstand, welcher den magnetischen Fluß im Telephonkörper schwächt, liegt hauptsächlich in dem Luftspalt, den der Kreislauf einschließt. Beim einpoligen Fernhörer ist bei gewissen Ausführungen nur ein Luftspalt zu überwinden. Als ein hervorragendes Verstärkungsmittel für den magnetischen Fluß erweist sich neuerdings Magnetstahl, dessen Koerzitivkraft ungefähr zehnmal so groß ist als diejenige von Wolframstahl. Endlich ist eine Verstärkung des magnetischen Flusses noch dadurch zu erwarten, daß man den Polschuh aus Carbonylreineisen fertigt. Dieses Eisen zeichnet sich durch hohe Permeabilität aus.



m Membram *P* Polschuh

Abb. 6. Schnitt durch den einpoligen Fernhörer.

Bei der vorliegenden Ausführung ist der Magnet ein Rohr, das unten glatt, oben derart geschliffen ist, daß am Umfang ein Grat als Lager für die Membran entsteht (Abb. 6). Der Polschuh hat eine kreisförmige Grundplatte, die in der Mitte samt dem Kern von unten ausgebohrt ist, so daß von letzterem eine Scheibe gegenüber der Membran bestehen bleibt. Das Ganze hält lediglich durch den Magnetismus zusammen. Der einpolige Fernhörer erfordert nicht höhere Erzeugungskosten als der zweipolige. C. Bähr, Telegraphendirektor i. R.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Technik der Erzeugung von Ionenstrahlen für die Atomzertrümmerung. — Die Strahlungen der radioaktiven Stoffe genügen ihrer Intensität oder Energie nach oft nicht zur künstlichen Elementumwandlung. Außerdem bietet es besonderes Interesse, auch mit andersartigen Strahlen zu arbeiten, und so ergab sich die Notwendigkeit, stoffliche und elektromagnetische Strahlen hoher Energie künstlich herzustellen. Die bis heute benutzten Verfahren lassen sich in zwei Gruppen einteilen, je nachdem man mit sehr hohen Spannungen besondere Entladungsröhren betreibt oder durch Kunstgriffe diese hohen Spannungen vermeidet. Unter der ersten Gruppe verdienen folgende Verfahren Beachtung:

a) Hochfrequenzanordnung von Breit, Tuve und Dahl, bei der sich eine Teslaspule in Öl unter 35 kg/cm² Druck befindet[1]). Die hiermit erreichte höchste Spannung war 5200 kV; dabei erhielt man in einer geeigneten Entladungsröhre mit verschiedenen Elektroden Elektronen-, Protonen- und Röntgenstrahlen bis über 1500 *e*kV*[2]).

b) Mit Netzfrequenz und Transformatoren in Kaskadenschaltung arbeitende Anordnung von Crane und Lauritsen. Die Spannung wird an eine Röhre mit zwei verschiedenen Querschnitten gelegt. Die Forscher konnten Heliumteilchen bis zu 950 *e*kV beschleunigen und erreichten die beachtliche Stromstärke von 30 μA.

c) Marxsche Stoßschaltung, von Brasch und Lange im Laboratorium der AEG, Berlin, benutzt, um eine besonders gebaute Entladungsröhre mit Stoßspannungen bis 2400 kV zu speisen[1]). Die Anordnung scheint besonders zur Erzeugung stromstarker Röntgenstrahlen hoher Energie geeignet zu sein und hat sich kürzlich glänzend bewährt bei der Hervorrufung einer künstlichen Radioaktivität des Berylliums. Es war dies eins der ersten Beispiele für die Kernumwandlung mit Hilfe elektromagnetischer Strahlung.

d) Gleichrichterschaltung mit Spannungsvervielfachung nach Greinacher, benutzt von Cockroft und Walton. Die stete Gleichspannung von 800 kV wurde an eine luftleere Röhre mit zwei Querschnitten gelegt, und die erzeugten Protonenstrahlen gestatteten 1932 erstmalig die Zerlegung des Lithiumkernes in zwei α-Teilchen.

e) Elektrostatischer Hochspannungserzeuger[2]) nach Van de Graaff, Van Atta und Compton (Prinzip eines alten Generators von Righi). Es wurde eine Gleichspannung von 1500 kV bei 25 μA Entladungstrom erhalten. Die Schwierigkeiten bietet auch in diesem Falle die Entladungsröhre für so hohe Spannungen.

Um den geladenen Teilchen ohne Benutzung derart hoher Spannungen große Energien mitteilen zu können, wurden die Anordnungen der zweiten Gruppe geschaffen, die auf dem Grundsatz mehrfach wiederholter Beschleunigung desselben Strahles beruhen. Es seien erwähnt:

a) Das Verfahren von Sloan und Lawrence zur Beschleunigung schwerer Ionen. In einem luftleeren Rohr befinden sich hintereinander gleichartige Elektroden, an die eine Wechselspannung mit einer der jeweiligen Ionengeschwindigkeit entsprechenden Frequenz gelegt wird, derart eine stufenweise Beschleunigung erzielend. Ausgehend von 90 kV erhielt man Hg-Ionen mit einer Energie entsprechend 1260 kV.

b) Anordnung von Lawrence und Livingston zur Beschleunigung leichter Ionen. Es wird ein elektrisches Wechselfeld einer derartigen Frequenz erzeugt, daß die das Feld senkrecht zu einem Magnetfeld durchlaufenden Ionen das elektrische Feld mehrfach durchlaufen. Man erhält so mit leichten Ionen Beschleunigungen bis zu einigen 1000 kV, und zwar in einem verhältnismäßig kleinen Raum. Von 20 kV ausgehend wurden Protonenstrahlen von 0,1 μA entsprechend einer Beschleunigungsspannung von 5000 kV erreicht.

c) System des „beweglichen Feldes" von Beams und Trotter mit fortschreitender Ionen- und Elektronenbeschleunigung in einem elektrischen Feld, das sich selbst mit einer Geschwindigkeit bewegt, die in jedem Augenblick derjenigen der beschleunigten Teilchen entspricht. Es wurden Protonen- und Elektronenstrahlen bis 1300 kV erhalten. Das Verfahren verdient vielleicht seines guten Grundgedankens halber noch mehr Interesse als wegen seiner Ergebnisse.

Von den Ergebnissen aus beurteilt, welche die Kernphysik mit den vorstehend geschilderten Anordnungen erreicht hat, scheinen die Verfahren der zweiten Gruppe vor denen mit sehr hohen Spannungen den Vorzug zu verdienen. (G. Alocco, Energia elettr. Bd. 12, S. 7.) *Sb.*

Empirische Formeln für den mathematischen Ausdruck einer Magnetisierungskurve. — In dem Bulletin de la Société Française des Électriciens findet sich in einem historischen Überblick über die verschiedenen Vorschläge zur Darstellung der Magnetisierungskurve durch eine empirische Formel die interessante Tatsache, daß, während Lenz und Jakobi in einer Arbeit in den Poggendorffschen Annalen 1839 die Magnetisierung einfach proportional zu dem Strome fanden, also die Sättigung nicht erkannten, schon 1850 J. Müller eine Formel vorschlug, die sich weitgehend der tatsächlichen Gestalt anschmiegt. Er setzte:

$$m = a \operatorname{arc\,tg}\, b\, i,$$

a und b sind Konstante. Diese Formel wurde in neuerer Zeit von Dreyfuß erweitert, indem er noch ein additives Glied hinzufügte. Nach ihm ist:

$$B = 9800 \operatorname{arc\,tg}\,(0{,}41\, A) + 21\, A.$$

[1]) ETZ 52 (1931) S. 1041.

[2]) *e*kV, Maß für die Energie eines Elektrons (Voltenergie), die es bei Beschleunigung durch die betr. Spannung erhält.

[1]) ETZ 54 (1933) S. 312.

[2]) ETZ 55 (1934) S. 911.

Digitized by Google

Hier bedeutet B die Induktion und A die Amperewindungen je cm.

Die bekannte Formel von Frölich:

$$m = \frac{i}{a + b\,i},$$

soll schon im Jahre 1855 von dem Irländer Robinson vorgeschlagen sein; aber Frölich wird das Verdienst zugeschrieben, sie wirklich bekanntgemacht zu haben.

Der deutsche Physiker Lamont bringt 1867 die aus der Ampèreschen Vorstellung vom Magnetismus hergeleitete Formel:

$$m = M\,(1 - e^{-kni}),$$

worin M der maximale Magnetismus ist.

Von neueren Arbeiten wird noch die Formel von Zenneck erwähnt:

$$B = s\,A - s'\,A^3,$$

s und s' sind Konstante, ferner die von Joly:

$$A = p\,B + p'\,B^3$$

und die von Ollendorff:

$$\frac{A}{A_n} = \frac{\mathfrak{Sin}\,\lambda\,\frac{B}{B_n}}{\mathfrak{Sin}\,\lambda},$$

λ ist ein Zahlenwert; schließlich eine Formel von Summers:

$$A = A_1 \sin\Theta + A_3 \sin 3\Theta + A_5 \sin 5\Theta + \ldots.$$

Diese letzte Formel ist identisch mit der von Grobe[1]) im letzten Jahrgang der ETZ veröffentlichten Darstellung einer Magnetisierungskurve. Diese Arbeit ist dem Verfasser des besprochenen Aufsatzes offenbar bei der Niederschrift noch nicht bekannt gewesen.

Es werden auch noch die Namen einer Reihe von Verfassern weniger bekannt gewordener Arbeiten genannt. Leider wird die außerordentlich glückliche Weiterentwicklung der Frölichschen Formel durch Koepsel[2]), der setzt:

$$B = e^{\frac{H}{a + b\,H}},$$

nicht erwähnt; ebenso nicht die Formeln von Müllendorff[3]) und von Déri[4]).

Zum Schluß wird die Auswahl der zweckmäßigsten Formel für verschiedene Probleme erörtert. In diesem Zusammenhang sei hier auch noch auf die ausgezeichnete Kritik der bekanntesten analytischen Ausdrücke durch Hallo und Borkent[5]) in der Einleitung zu ihrer Arbeit „Beitrag zur Kenntnis der Wechselstrommagnetisierung von Eisen" hingewiesen. (M. J. Bethenod, Bull. Soc. franç. Électr. Bd. 4, S. 742.) *Gr.*

Die axialen Druckkräfte in einlagigen, eisenlosen Zylinderspulen. — H. Buchholz gibt eine für praktische Zwecke geeignete Formel zur Berechnung der axialen Druckkraft auf die oberste Windung einer eisenfreien Drosselspule. Die Gesamtkraft auf eine solche Windung wird zerlegt in die Kraft, die eine einseitig unendlich lange Spule auf sie ausübt, und in die als Korrektur daran anzubringende Zusatzkraft, die bei entgegengesetzter Stromrichtung von dem über die wirkliche Spule hinausragenden Teil der einseitig unendlich langen Spule herrührt. Der Verlauf dieser beiden Kräfte wird überdies auch noch zeichnerisch dargestellt. Es wird außerdem untersucht, in welchem Zusammenhang die aus der Änderung der Induktivität zu berechnende mittlere Kraft mit der axialen Druckkraft steht. Die hierzu benötigte Formel für die Induktivität von Zylinderspulen wird in neuer Weise hergeleitet und durch Kugelfunktionen dargestellt. Dadurch kann für die Induktivität eine bisher unbekannte Reihenentwicklung angegeben werden, die in dem gerade praktisch wichtigen Falle eines quadratischen Spulenquerschnittes brauchbar ist. Schließlich wird noch bei dieser Gelegenheit die Induktivität einer wirklichen Zylinderspule mit der einer „Zylinderspule" mit parallelebenem Feld numerisch verglichen. (H. Buchholz, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 4, S. 281.)

[1]) ETZ 55 (1934) S. 560, 995.
[2]) ETZ 49 (1928) S. 1361.
[3]) ETZ 22 (1901) S. 925.
[4]) Elektrotechn. u. Maschinenb. 35. (1917) H. 8.
[5]) Arch. Elektrotechn. 25 (1931) S. 797.

Werkstatt und Baustoffe.

Nichtmagnetisches Gußeisen. — In einer Eisen-Kohlenstoff-Legierung besteht das austenitische Gefüge, das im wesentlichen aus einer festen Lösung von Gamma-Eisen und Kohlenstoff ist, oberhalb 768 °. Wenn es an sich auch möglich ist, durch Härten dieses Gefüge zu erhalten, so ist es doch schwierig, es bei Raumtemperatur beizubehalten. Durch den Zusatz bestimmter Legierungselemente ist es jedoch möglich, ein austenitisches Gefüge zu sichern, das beständig ist. Diese Elemente sind Nickel und Mangan. Austenitische Eisenlegierungen besitzen verschiedene Sondereigenschaften: sie sind nicht magnetisch oder nur schwach magnetisch, von mittlerer Festigkeit und Härte, von niedriger Elastizitätsgrenze und hoher Korrosionsfestigkeit. Das Ausmaß dieser Eigenschaften richtet sich nach dem Anteil der Legierungsbestandteile. Versuche ergaben, daß man ein nichtmagnetisches Gußeisen erhält durch einen Zusatz von Nickel zwischen 20 und 25 %. Im Interesse der Wirtschaftlichkeit erscheint es jedoch angebracht, einen Teil des Nickels durch andere Elemente zu ersetzen, die billiger sind. Da der Einfluß des Mangans bekannt war, nämlich daß es die Bildung von austenitischem Eisen begünstigt, wurden ebenfalls Versuche angestellt, in welchem Maße das Mangan das Nickel im Gußeisen ersetzen kann. Es wurde gefunden, daß bei 13 % Mangan der nichtmagnetische Zustand im Gußeisen erreicht wird. Wenn auch Mangan die magnetischen Werte des Gußeisens stark heruntersetzt, so ist anderseits in Betracht zu ziehen, daß ein Zusatz von über 3 % das Gußeisen spröde und demnach unverwendbar macht, gleichzeitig wird seine Bearbeitbarkeit und seine Zugfestigkeit vermindert; diese Erscheinung ist auf die Bildung harter Karbide zurückzuführen. Es erscheint demnach wünschenswert, Elemente mit dem Mangan einzuführen, die die Karbide zersetzen und bewirken, daß der Kohlenstoff in einer festen Lösung aufgelöst wird. Zu diesem Zweck kann Nickel in einer genügend hohen Menge zugegeben werden. Es wurde gefunden, daß die für die Zersetzung der Mangankarbide erforderliche Nickelmenge zweimal so hoch sein muß als das Mangan und daß die Mindestanteile von Nickel und Mangan für die Erzeugung eines austenitischen und nichtmagnetischen Gußeisens 10 bzw. 5 % betragen müssen. Durch Zusatz anderer Elemente, wie Chrom, Kupfer, Aluminium, können die Anteile an Nickel und Mangan eine Veränderung erfahren in dem Sinne, daß die Zusammensetzungen für nichtmagnetisches Gußeisen innerhalb folgender Grenzen schwanken: 2,6 bis 3,6 % C, 2,0 bis 6,0 % Si, 4 bis 10 % Mn, 0,2 bis 0,6 % P, 5 bis 15 % Ni, 0,1 bis 4 % Cr, 0,1 bis 4 % Cu, 0,1 bis 6 % Al. Diese Legierungen sind in bezug auf ihr Gefüge und ihre magnetischen Eigenschaften beständig für Temperaturen bis zu 400 °. (Gunji Watanabe, Jap. Nickel Rev. Bd. 2, S. 391.) *Kp.*

Verschiedenes.

Elektrowärmegeräte in Arbeiterspeiseräumen. — Bei den Bestrebungen im Rahmen der Organisation „Kraft durch Freude" die Schönheit der Arbeitstätten zu verbessern, kommt der zweckmäßigen Einrichtung von Arbeiterspeiseräumen besondere Bedeutung zu. Die Speiseräume selbst sollen hell und freundlich gehalten werden, aber auch für Küchenbetriebsräume sind die besten technischen Einrichtungen gerade gut genug. Deshalb eignen sich für derartige Fabrikkantinen besonders gut Elektrowärmegeräte.

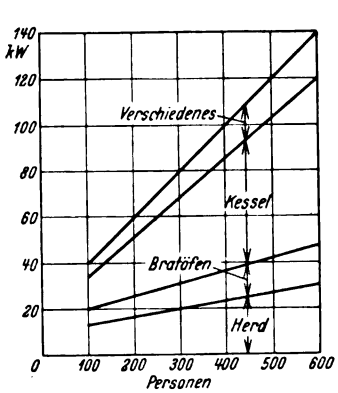


Abb. 7. Leistungsaufteilung verschieden großer Kasinoküchen.

Es ist zu unterscheiden:

Betriebe mit Vollverpflegung und
Betriebe mit Teilverpflegung.

Für erstere werden elektrische Großküchen aufgestellt, bei denen entsprechend dem einfachen Küchenzettel die Kochkessel vorherrschen. Abb. 7 zeigt die nötigen Leistungen für Arbeiterküchen verschiedener Größe. Die elektrische Großküche erweist sich sowohl bei Fabrikunter-

Digitized by Google

nehmungen mit Eigenstromerzeugung wie bei solchen mit Fremdstrombezug als durchaus wirtschaftlich, da sie zu einer Erhöhung der Spitzenlast (wichtig für die Belastung des Stromerzeugers bzw. die Bemessung der Grundgebühr) nicht beiträgt, vielmehr eine Vermehrung der Benutzungsstunden um etwa 15 % bewirkt. Die Benutzung dampfgeheizter Kochkessel empfiehlt sich nur für Fabriken mit ganzjährigem Dampfbedarf.

Bei Kantinen mit Teilverpflegung werden vor allem Wärmeschränke zur Aufwärmung des mitgebrachten Essens und Kaffeebereitungsanlagen benötigt. Für letztere haben sich elektrische Kochendwasserbereiter nach dem Ablauf- und Überlaufprinzip bestens bewährt. Die Vorheizung des Wassers bis auf 85 ° kann hierbei mit billigem Nachtstrom geschehen.

Zahlentafel 1 zeigt den täglichen Stromverbrauch für verschiedene große Anlagen.

Zahlentafel 1. Tagesstromverbrauch für verschieden große Kaffeebereitungsanlagen.

Kaffeemenge	100	200	300	400	600	Tassen je Std.
Täglicher Stromverbrauch	2,8	4	6	7,5	11	kWh

Auch für Warteräume in Bahnbetriebswerken, Schaffnerwarteräumen, Großgaragen u. dgl. haben derartige Kochendwasserbereiter schon vielfach Verwendung gefunden. (Fr. Mörtzsch, Deutsche Technik Bd. 3, H. 1, S. 20.) *Sb.*

Energiewirtschaft.

Die Ausnutzung von Wasserkräften in Gegenwart und Zukunft. — Ein vom Komitee für Kraftgewinnung des American Institute of Electrical Engineers gebildeter Unterausschuß zur Untersuchung der Verhältnisse auf dem Gebiet hydroelektrischer Anlagen hat 1934 einen Bericht herausgegeben, in dem er einleitend darauf hinweist, daß sich seine Tätigkeit zwar vorwiegend auf die V. S. Amerika und Kanada, aber, so weit es möglich war, auch auf andere Länder erstreckte und daher bis zu einem gewissen Grade internationalen Charakter hatte[1]). Die Ausführungen des Unterausschusses beziehen sich zunächst auf die Wasserführung in Flüssen und ihre Regelung sowie auf den Einfluß elektrochemischer und elektrometallurgischer Industrien, die heute auf der Verwertung elektrischer Arbeit beruhende Herstellungsverfahren den rein chemischen Prozessen früherer Jahre vorziehen. Als Beispiel in dieser Beziehung beachtlicher Anlagen werden die Werke am oberen Saguenay in Quebec genannt, der aus dem als natürlicher Strömungsregler wirkenden See St. John heraus in den St. Lorenz fließt. Wirtschaftlich berechtigt sind diese große Energiemengen an Industrien der genannten Art liefernden Unternehmungen nach Ansicht des Ausschusses deshalb, weil sich der Strombedarf jener meistens der verfügbaren Energiemenge zeitlich anpassen läßt. Das gilt auch für die neuerdings beträchtlich zunehmende Verwertung von Wasserkräften in Norwegen. Wahrscheinlich wird der allmähliche Aufbau von erhebliche Mengen billiger elektrischer Arbeit benötigenden Industrien auch die Ausnutzung der noch in Asien, Afrika und Südamerika brach liegenden hydraulischen Kräfte ermöglichen.

Der Bericht behandelt weiter das Zusammenschließen von Werken, er betont dessen wirtschaftliche und betriebliche Vorzüge, die bisweilen, wie in der Schweiz, Frankreich, Deutschland, Österreich und Italien, zum Überschreiten territorialer Grenzen führen. Beispiel eines auf diesem Wege erreichten, ohne Hinzuziehung von Wärmekraft befriedigend geregelten Systems ist das der Hydroelectric Power Commission von Ontario, dessen Rückgrat die Niagarafälle bilden. In letzter Zeit gewinnen Wasserkraftwerke aber auch da an Bedeutung, wo, wie im Osten der V. S. Amerika, sehr große Belastungen von Wärmekraftanlagen getragen werden. Oft erscheint es wirtschaftlich, die zur Spitzendeckung kurzzeitig erforderliche Leistung hydroelektrischen Werken zuzuweisen und deren Ausrüstung stärker zu bemessen, als es die Durchschnittsbelastung verlangt. Nicht nur in dieser Beziehung, sondern auch als Anlagen, deren Bau sich ohne voraufgehende Erstellung einer beträchtlichen Wärmekapazität nicht rechtfertigen ließe, dürfen die neuen Werke Conowingo und Safe Harbor am Susquehanna in Pennsylvanien für typisch angesehen werden. Zum Zweck der Aushilfe (stand-by) und der Ersparnis hält der Ausschuß den hydroelektrischen Maschinensatz seiner schnellen Verfügbarkeit wegen für geeigneter als den mit Dampf betriebenen; die Leistungsverhältnisse bessern sich sehr oft, wenn die Maschine dauernd an das ganze System angeschlossen bleibt und der Generator bei nicht benutzter Turbine als Phasenschieber dient, um den $\cos\varphi$ des Systems zu verbessern. In diesem Zusammenhang finden auch die seit einigen Jahren immer belangreicher werdenden Pumpspeicherwerke Erwähnung, von denen die meisten auf die Schweiz zur Deckung des saisonmäßigen Kraftmangels, auf Deutschland und Frankreich zur Übernahme der täglichen Spitzenlast entfallen, während in den Staaten bisher nur eine Unternehmung dieser Art am Rocky-Fluß in Connecticut Beachtung verdient. Die wirtschaftliche Berechtigung eines Systems, in dem die Spitzen einer reinen Wärmekraftanlage, wie in Niederwartha, von einem Pumpspeicherwerk gedeckt werden, erblickt der Ausschuß in dem hohen allgemeinen Wirkungsgrad einer die Grundlast tragenden Dampfanlage und deren merklich unter der Spitzenlast liegenden Maschinenleistung.

Er äußert sich sodann über die Bestrebungen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit neuzeitlicher Wasserkraftwerke sowohl hinsichtlich ihrer Ausführung (Staumauern) wie des Betriebs. Die Vergrößerung der Maschineneinheiten und der Umdrehungszahlen, namentlich in Niederdruckanlagen, spielt dabei eine ebenso wichtige Rolle wie die Kupplung, die, wenn sie mehrere hydroelektrische Werke umfaßt, unter gewöhnlichen Verhältnissen die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit jedes einzelnen steigert. Sind solche Anlagen an ein großes Wärmekraftsystem angeschlossen, so wächst die wirtschaftliche Kapazität und nähert sich stärker der der größten Wasserführung entsprechenden. Da der Wirkungsgrad einiger Wasserkraftmaschinen 94 % erreicht, erwartet der Ausschuß in dieser Beziehung kaum noch merkliche Verbesserungen. Nach kurzem Hinweis auf die Verwendung von Pelton- und Franzisturbinen stellt er fest, daß man, seit die Kaplanturbinen ohne unzulässige Schwächung des Wirkungsgrades nennenswert überlastet werden können, in großen Anlagen die Kosten durch Verzicht auf Spareinheiten verringern kann; in solchem Fall müßten die Generatoren aber größer gewählt werden, damit beim Ausfallen einer Maschine die übrigen die gleiche Gesamtlast zu übernehmen vermögen. Die Erstellung einer Pumpspeicheranlage würde dann mitunter der nächste Schritt zur Verbesserung der allgemeinen Wirtschaftlichkeit des Werks sein. Erheblichen Einfluß zugunsten einer Senkung der Betriebskosten weist der Bericht ganz- bzw. halbselbsttätigen Anlagen zu; die größte z. Zt. arbeitende selbsttätige ist das 54 000 PS-Alexanderwerk am Nipigon in Ontario.

Am Schluß seiner Abhandlung hebt der Ausschuß die dringende Notwendigkeit hydraulischer und hydrodynamischer Untersuchungen hervor, wie sie in Europa besonders deutsche, schweizerische und schwedische Laboratorien weitgehend ausführen. In den V. S. Amerika hat das Massachusetts Institute of Technology durch eine von ihm veranlaßte Vortragsreihe (de Thierry, Rehbock, Thoma, Spannhake) solche Arbeiten aufs neue angeregt. J. R. Freeman verdankt man die Gründung des nationalen hydraulischen Laboratoriums in Washington, D. C. Zahlreiche andere Versuchstätten dieser Art ermöglichen die experimentelle Forschung der Wasserkraftfragen, besonders auch der Kavitation, dem bereits eigene, für die Aufgabe u. a. von dem Massachusetts Institut und der Safe Harbor Water Power Corp. (in Holtwood, Pa.) eingerichtete Laboratorien ihre Tätigkeit widmen[2]).

Der Unterausschuß hat dem hier besprochenen Bericht einen zweiten, statistischen Teil folgen lassen und darin wegen der Ungenauigkeit, an der alle bezüglich der auf der Erde vorhandenen und ausgebauten Wasserkräfte erhältlichen Angaben leiden, eine Übersicht über die Herstellung von Wasserturbinen jeder Art in den verschiedenen Ländern zu geben versucht. Eine Reihe

[1]) Außer den amerikanischen und kanadischen Mitgliedern des Unterausschusses waren an dessen Arbeiten auch S. Klounmann in Oslo, J. Leclerc du Sablon in Toulouse, C. F. Mackness in London und K. Tsuruta in Tokio beteiligt. Die Franzosen A. Henry-Coüannier und R. Deshayes haben beim Sammeln von Angaben über europäische Wasserkraftanlagen mitgewirkt. Eine dem Bericht beigegebene Karte der nordamerikanischen Werke von mehr als 20 000 PS ist von F. K. Mayhood entworfen.

[2]) Ähnliche Gedanken, wie sie dem oben kurz besprochenen Bericht zugrunde liegen, finden sich in einer Denkschrift, die der National Resources Board kürzlich dem Präsidenten Roosevelt vorgelegt hat und in der er dafür eintritt, daß alles Land, die Gewässer und Bodenschätze als Nationaleigentum angesehen und im Interesse der wirtschaftlichen wie der sozialen Wohlfahrt des Volkes verwaltet und geschützt werden sollen. Besonders wünschenswert sei u. a. der Bau hydroelektrischer Werke, um die anderen Energiequellen (Kohle, Erdgas und Öl) möglichst zu erhalten. Auch das Power Policy Committee wird zu diesem Plan Stellung nehmen. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 104, S. 45).

Digitized by Google

interessanter Zahlentafeln ist das Ergebnis dieser Untersuchung, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. (Electr. Engng. Bd. 53, S. 988, 1086.) *fm.*

Internationale Elektrizitätserzeugung 1934. — Wie in früheren Jahren enthält auch der diesjährige Geschäftsbericht der Sofina eine Übersicht über die Stromerzeugung wichtiger Länder, wobei wiederum die für das letzte Jahr eingesetzten Zahlen großenteils auf Schätzungen beruhen. Ebenso wie 1933 übertraf auch 1934 die Erzeugung durchweg die des Vorjahres; während aber bei der Mehrzahl der Länder der Grad der Steigerung noch höher lag als i. V., hat sich vor allem in Belgien, Holland und auch in Frankreich die Aufwärtsentwicklung wieder etwas verlangsamt. Den stärksten Aufschwung verzeichnen Deutschland und Kanada. Die Erzeugung des Jahres 1929 wurde in 10 in der Zahlentafel 1 aufgeführten Ländern teilweise recht erheblich überschritten, in Deutschland wurde sie wieder annähernd erreicht, während die Erzeugung der V. S. Amerika und Polens noch immer hinter jenem Stand erheblich zurückblieb.

Zahlentafel 1. Stromerzeugung wichtiger Länder in Mrd kWh.

Land	1929	1932	1933	1934[1])	Zunahme gegenüber 1933 in %
Deutschland . .	30,66	23,46	25,84[1])	30,50	18,0
Argentinien[2]) . . .	1,29	1,59	1,69	1,84	8,7
Belgien	4,03	4,11	4,29[1])	4,35	1,3
Kanada[3])	17,96	15,86	17,55[1])	21,25	21,0
Spanien[3])	2,43	2,80	2,90	3,04	4,8
Ver. Staaten[3]) . .	91,42	77,87	79,98	84,90	6,1
Frankreich[4]) . . .	14,35	13,59	14,87	15,82	6,4
Großbritannien . .	17,56	18,71	20,30	22,80	12,3
Italien	10,80	10,65	11,77	12,85	9,2
Niederlande[5]) . . .	1,60	2,04	2,09[1])	2,16	3,5
Polen	3,05	2,26	2,36[1])	2,62	11,2
Portugal	0,24	0,29	0,30	0,31	3,6
Schweiz[5])	5,30	4,79	4,93	5,35	8,4

[1]) Schätzung.
[2]) Öffentliche Werke und Bahnen.
[3]) Nur öffentliche Werke.
[4]) Öffentliche Werke und solche Eigenanlagen, die Elektrizität auch an öffentliche Werke verkaufen.
[5]) Finanzjahr jeweils vom 1. X. des vorhergehenden Jahres bis zum 30. IX.

Im Verhältnis zwischen den öffentlichen Werken und den industriellen Eigenanlagen ist in den letzten Jahren eine Verschiebung zuungunsten der Eigenanlagen eingetreten, was teils auf den verminderten industriellen Strombedarf, teils auf verstärkten Anschluß industrieller Unternehmungen an die öffentlichen Stromversorgungsnetze zurückzuführen ist (Zahlentafel 2).

Zahlentafel 2. Anteil der Erzeugung der industrieeigenen Werke in einigen Ländern.

Land	Anteil der Eigenanlagen an der Gesamterzeugung in % 1929	1933	Land	Anteil der Eigenanlagen an der Gesamterzeugung in % 1929	1933
Deutschland . .	46,5	42,8	Großbritannien . .	40,1	33,3
Belgien	55,5	51,2	Portugal	22,1	17,2
Ver. Staaten . . .	19,1	17,0	Schweiz	32,5	24,0

A. Fr.

AUS LETZTER ZEIT.

Anordnung 26 der Überwachungsstelle für unedle Metalle. — Am 24. IV. 1935 erließ die Überwachungsstelle für unedle Metalle eine Verordnung[1]), die den Kreis der bereits bestehenden Verwendungsverbote für Kupfer, Nickel, Zinn und Quecksilber sowie deren Legierungen erweitert und auf Blei und dessen Legierungen sowie Chrom und Kobalt ausdehnt. Die bereits bestehenden Verwendungsverbote[2]) gemäß Anordnung 10 vom 15. V. 1934[3]) werden durch diese neue Anordnung weder aufgehoben noch eingeschränkt. Die Vorschriften der neuen Anordnung 26 gelten wiederum nicht für die Herstellung von Gegenständen, die für die Ausfuhr bestimmt sind.

Zur Neuordnung des Sachverständigenwesens. — Am 1. V. 1935 sind die Listen der gerichtlich vereidigten Sachverständigen gelöscht worden; die Bezeichnung als gerichtlich bestellter oder vereidigter Sachverständiger darf nicht mehr geführt werden.

Der Schnelldampfer „Scharnhorst" im Ostasiendienst[4]). — Am 3. d. M. lief der turboelektrisch betriebene, 18 300 Brutto-Registertonnen große Schnelldampfer des Norddeutschen Lloyd zur Übergabefahrt aus. Die beiden Hauptturbinen erhalten den in 4 Einfach-Wasserrohrkesseln erzeugten Dampf mit 50 atü und einer Temperatur von 470 ° C. Die beiden Hauptgeneratoren, deren Leistung je 10 000 kW beträgt, laufen mit 3120 U/min. Die Elektromotoren für den Antrieb der Schiffsschrauben haben insgesamt eine Nutzleistung von 13 000 PS und verleihen dem Schiff eine Geschwindigkeit von rd. 20 Knoten.

Das Schweizer Verkehrsverteilungsgesetz abgelehnt. — Am 5. d. Mts. fand in der Schweiz eine Volksabstimmung über das neue Verkehrsverteilungsgesetz statt, das eine Aufteilung des Güter- und Personenverkehrs zwischen Kraftwagen und Eisenbahn bringen sollte. Dieses Gesetz hätte die gewerbsmäßigen Ferntransporte der Kraftwagen der Eisenbahn wieder zugeleitet. Es wurde aber mit rd. 75 % aller abgegebenen Stimmen abgelehnt.

Neues Kraftwerk bei Swansea. — Etwa 5 km östlich von Swansea im Westen Englands geht ein Dampfkraftwerk seiner Vollendung entgegen. Es dient als Grundlastwerk und wird im endgültigen Ausbau eine installierte Leistung von 240 000 kW aufweisen. Zunächst werden zwei Maschineneinheiten zu je 30 000 kW aufgestellt. Der Brennstoff, feine Anthrazitkohle, wird den naheliegenden Gruben entnommen.

Fernsehen in Frankreich. — Der Postminister Mandel hat mitgeteilt, daß eine Fernseh-Sendestation auf dem Eiffelturm errichtet werden soll. Man erwartet, daß die Sendungen in etwa 3 Monaten beginnen. Sendungen mit kleineren Geräten und 25 Bildwechseln in der Sekunde wurden schon kürzlich auf Welle 175 m durch die Sendestation Paris verbreitet.

Ein neues Kraftwerk in den französischen Alpen. — Unter Mitwirkung eines der größten Aluminiumwerke ist die Errichtung eines neuen Wasserkraftwerkes in die Wege geleitet worden, das von einem Nebenfluß des Arc, der Bissorte, gespeist werden soll[1]). Das Gelände bietet die günstige Möglichkeit für die Errichtung einer Talsperre, die 40 Mill m³ Wasser wird aufnehmen können. Von hier bis zum Kraftwerk im Tal wird dadurch ein Höhenunterschied von 1146 m geschaffen. Das Kraftwerk selbst wird in La Praz errichtet; es umfaßt 3 Turbinen für eine Leistung von insgesamt 100 000 PS. Die Jahresleistung des Werkes wird 120 Mill kWh erreichen können.

[1]) J. Four électr. 43 (1935) S. 49.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Die Elektrotechnik in der Statistik des Reichspatentamts für das Jahr 1934[1]). — Der Rückgang der Patentanmeldungen hat auch im Jahre 1934 angehalten, allerdings in geringerem Maße als in den Vorjahren. Die Zahl der Anmeldungen ist von 55 992 im Jahre 1933 auf 52 856 im Jahre 1934 gefallen. An diesen Anmeldungen ist das Ausland im Vorjahre mit 11 011, im Jahre 1934 mit 9747 beteiligt. Für das Inland beträgt die Abnahme 4,2 %, für das Ausland 11,5 %.

Der Rückgang betrifft auch die Elektrotechnik (Klasse 21), wo 7666 Anmeldungen im Jahre 1934 gegenüber 8026 im Vorjahre eingegangen sind. Von den 17 011 im Jahre 1934 erteilten Patenten gehören 3108 der Elektrotechnik an. Die erteilten Patente stammen, wie im Bericht vom vorigen Jahre näher ausgeführt wurde, zum größten Teile aus Anmeldungen früherer Jahre, so daß sich aus den angegebenen Zahlen nicht auf das Verhältnis zwischen den angemeldeten Erfindungen und den darauf erteilten Patenten schließen läßt. Von den bestehenden Patenten der Elektrotechnik sind 3993 gelöscht worden, so daß die Zahl der in Kraft befindlichen elektrotechnischen Patente von 12 306 auf 11 266 gefallen ist. An den Einsprüchen ist die Elektrotechnik nach wie vor am stärksten beteiligt, woraus auf die Wichtigkeit dieser Anmeldungen und das Interesse der Industrie daran geschlossen werden kann.

Auch auf dem Gebiete der Gebrauchsmuster ist ein Fortbestehen des Rückgangs festzustellen. In Klasse 21 (Elektrotechnik) sind 3852 Gebrauchsmuster im Jahre 1934 gegenüber 4408 im Vorjahre eingetragen worden.

Kahle.

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 499.

[1]) Dtsch. Reichsanzeiger Nr. 101 v. 2. V. 1935.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 870.
[3]) Dtsch. Reichsanzeiger Nr. 190 v. 16. VIII. 1934.
[4]) Siehe auch ETZ 55 (1934) S. 913.

Digitized by Google

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Düsseldorf. 23. V. (Do), 20 h, „Gesellschaft Verein", Frh. vom Stein-Straße 10/16: „Der elektr. Speicher im Verkehr- und Transportwesen". Dipl.-Ing. R. Winckler.

VDE, Gau Nordsachsen, Leipzig. 25. V. (Sa): Besichtigungsfahrt nach Hermsdorf-Klosterlausnitz und dem Isolatorenwerk Hermsdorf-Schomburg. Abfahrt im Autobus pünktlich 8 h vom Fleischerplatz. Fahrtkosten je Teilnehmer 3 RM.

VDE, Gau Saarbrücken. 24. V. (Fr), 20 h, Handwerkskammer zu Saarbrücken I: „Antriebe in Aufbereitungen und Kokereien" (m. Lichtb.). Obering. Geller.

VDE, Gau Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld. 21. V. (Di), 20 h, „Saal der Technik": „Neue Anschauungen über Kontakte". Dr.-Ing. Schmitz.

VDE, Gau Württemberg, Stuttgart. a) 18. V. (Sa): Besichtigung der neuen Anlagen des Großrundfunksenders in Mühlacker. b) 20. V. (Mo), 20 h, Elektrotechn. Inst.: „Mensch u. Maschine im Elektromaschinenbau, ein Zeitproblem, erörtert im Rahmen der Bestrebungen zur Behebung der Arbeitslosigkeit". Dir. Dr. Bücken.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

W. Usbeck. — Der Reichsbahnoberrat in Altona Dr.-Ing. E. h. W. Usbeck wurde zum Direktor bei der Reichsbahn ernannt.

C. Roderbourg. — Vor kurzem, am 12. IV. 1935, feierte Herr Dr. phil. h. c. Carl Roderbourg, Direktor der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft, seinen 70. Geburtstag. Im Jahre 1865 in Risa, Krs. Schleiden i. Eifel, als Sohn eines Bergwerksdirektors geboren, besuchte er im Rheinland zunächst die Oberrealschule und bezog dann die Technische Hochschule in Darmstadt, wo er im Jahre 1888 seine Studien beendete. Schon als Student nahm er in den Ferien 1888 mit der von Adolph Müller gegründeten Akkumulatorenfabrik Büsche & Müller, der Vorgängerin der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft in Hagen/Westf., Verbindung auf. Nach Beendigung seiner Studien im Herbst des Jahres 1888 trat er als Ingenieur ein, und war von da ab maßgebend an der Weiterentwicklung der AFA beteiligt. Im Hinblick auf die großen Verdienste, die Herr Direktor Roderbourg für die Entwicklung und die führende Stellung der deutschen Akkumulatorenindustrie erworben hat, verlieh ihm die Universität Marburg vor einigen Jahren die akademische Würde eines Dr. phil. h. c.

C. Roderbourg.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Redaktion und ohne deren Verbindlichkeit.)

Geheimmittel für Starterbatterien.

Mit sehr viel Interesse habe ich den Aufsatz des Herrn Prof. Dr. ARNDT in Ihrer Zeitschrift vom 7. II. 1935, H. 6, S. 122, über Geheimmittel für Starterbatterien gelesen. Weil ich auch in den letzten Jahren mit verschiedenen solchen Mitteln Versuche ausgeführt habe, wäre es vielleicht interessant, meine Erfahrungen denen von Herrn Arndt zuzufügen. Wir stimmen im allgemeinen darin überein, daß „Geheimmittel" immer verwerflich sind, da man sich schwer ein Bild über das Verfahren machen kann.

Den Erfahrungen des Herrn Verfassers, daß Magnesiumsulfat öfters Vorteile bieten kann, pflichte ich vollkommen bei. Sicher ist aber auch dieser Zusatz überflüssig, wenn die Batterie immer vorschriftsmäßig behandelt wird; ich glaube aber, daß dann, wenn man dem Elektrolyt verschiedene Salze zufügt, die Behandlungsvorschriften für die Batterien viel weniger streng zu sein brauchten. So habe ich vor etwa vier Jahren Versuche gemacht mit einem Elektrolyt namens Nemolyt (Nied. Pat. anm. 61 972), wobei ich gute Erfolge erreicht habe. Laboratoriumsversuche mit diesem Mittel ergaben, daß man die Kapazität etwas vergrößern konnte, und zwar um so mehr, je mehr die Batterie schon sulfatiert war, ferner daß weiterem Sulfatieren vorgebeugt wurde und daß die Selbstentladung außerordentlich abgenommen hatte.

Es würde zu weit führen, hier die Versuche ausführlich zu behandeln. Erwähnen möchte ich jedoch, daß auf Grund dieser Laboratoriumsversuche auch etliche unserer Betriebsbatterien mit Nemolyt gefüllt wurden und daß ich, nachdem die Flüssigkeit mehr als drei Jahre in der Batterie gearbeitet hat, nur die besten Erfahrungen feststellen kann. Voraussichtlich wird die Lebensdauer dieser Batterien verlängert werden, und wäre es nur dadurch, daß sie in unbenutztem Zustand weniger oft aufgeladen zu werden brauchen. Soweit mir bekannt ist, beruht die Wirkung des Nemolytes darauf, daß eine Salzmischung hergestellt wird, worin das Bleisulfat nur in bei Elektrolyse löslicher Form entsteht, daß es sich nicht wie Schwefelsäure entmischt und daß in dem Elektrolyt viele Wasserstoffionen durch Metallionen ersetzt wurden, wodurch die Bleigitter weniger angegriffen werden.

Delft, 12. II. 1935. H. W. L. Bruckman.

Erwiderung.

In meiner letzten Veröffentlichung habe ich Nemolyt nicht erwähnt, weil ich keine Gelegenheit hatte, dieses Geheimmittel zu untersuchen. Das Patent zählt in seiner deutschen Anmeldung als Bestandteile die meisten Stoffe der anderen Mittel auf, behauptet aber, daß nur durch Zusammenwirken der Erfolg erzielt werde; ein sehr geeignetes Gemisch soll sein: 63,5 Gewichtsteile Magnesiumsulfat, 5,6 Natriumsulfat, 0,6 Kaliumnatriumtartrat, 0,8 Magnesiumkarbonat, 0,1 Glyzerin, 0,3 Cochenille, 0,1 Nitrobenzol. Der Hauptbestandteil ist also Magnesiumsulfat, so daß ich Nemolyt der Ligthningklasse zurechnen möchte. Der Riechstoff Nitrobenzol und der Farbstoff sind auch nichts Neues; über Tartrate (weinsaure Salze) und Ammonsalze habe ich das Nötige in meiner Veröffentlichung gesagt. Glyzerin wurde früher oft der Masse zum Schmieren der negativen Platten zugesetzt. Nach der genannten Patentanmeldung sollen 1360 g obigen Gemisches in 16 l Wasser gelöst und soviel Schwefelsäure zugegeben werden, daß das spezifische Gewicht etwa 0,03 weniger beträgt, als vom Fabrikanten des betreffenden Akkumulators für die Schwefelsäure vorgeschrieben ist. Eine überschlägige Rechnung ergibt mir, daß dieser Elektrolyt etwa 34 g/l $MgSO_4$ und bei gleicher Dichte über 10 % weniger freie Schwefelsäure enthält. Schwächere Säure verringert die Selbstentladung und verlängert die Lebensdauer. Bei stationären Batterien ist die Säuremenge meist so groß, daß eine mäßige Herabsetzung der Säuredichte die Kapazität nicht sehr verringert; anders ist es bei Starterzellen.

Berlin, 12. III. 1935. K. Arndt.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Grundzüge des Selbstanschluß-Betriebes. Von W. v. Dufais. 2., völlig umgearb. u. erw. Aufl. Mit 30 Abbildungstaf., VI u. 50 S. in gr. 8°. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1935. Preis geh. 5 RM.

Mit der fortschreitenden Umstellung des Fernsprechbetriebes der Deutschen Reichspost auf den Wählbetrieb (Selbstanschlußbetrieb) werden auch zahlreiche Nebenstellenanlagen bei Behörden und in Privatbetrieben umgebaut. Der Fernsprechverkehr zwischen zwei Teilnehmern eines Ortsnetzes wickelt sich schon zum großen Teil ohne menschliche Vermittlung ab. Vielen Fernsprechteilnehmern bleibt aber das Zustandekommen der von ihnen selbst hergestellten Verbindungen ein Rätsel. In einfacher und geschickter Darstellung gibt das vorliegende Buch einen Einblick in die Wunder eines Wähleramtes und bringt den Fortschritt der Fernsprechtechnik einem großen Kreis näher. Das Verständnis wird durch Zeichnungen erleichtert, die die einzelnen Vorgänge beim Aufbau einer Verbindung wiedergeben. Hierfür sind oft bewußt von den DIN-Normen abweichende Darstellungen

Digitized by Google

benutzt, um dem Nichtfachmann das Lesen der Zeichnungen zu erleichtern. Für den Nachrichtenmann wird es als Lehrbuch gute Dienste leisten und den Beamten der Deutschen Reichspost zeigen, wie die Einrichtungen der Fernsprechämter von der Truppe ausgenutzt werden können.
A. Krämer.

Funktechnisches Praktikum. Handbuch f. Funktechniker, Funkhändler, Funkwarte u. Amateure. Von E. Schwandt. Mit 289 Abb. u. 30 Taf., VIII u. 453 S. in gr. 8°. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1934. Preis geb. 15 RM.

Es war bisher ein Mangel unseres gewiß reichhaltigen Funkschrifttums, daß es kein Buch für den praktisch tätigen Funktechniker gab. Schuld daran war vielleicht der Umstand, daß viele „Fachleute" es nicht für nötig hielten, sich außer ihren praktischen Handgriffen irgendwelche Kenntnisse anzueignen. Die gewaltige technische Entwicklung der Funkgeräte hat aber ein Arbeitsgebiet geschaffen, das recht eingehende Kenntnisse verlangt, die man nicht immer nur durch die Erfahrung gewinnen kann. So will das vorliegende Buch dem Händler, Techniker, Funkwart und Amateur alle die praktischen Kenntnisse beibringen, die er jeden Tag braucht, wenn er die Wirkungsweise eines Gerätes verstehen und erklären, Fehler suchen und Störungen beheben, die Leistungsfähigkeit erhöhen oder sonstige Verbesserungen vornehmen will.

Der Verfasser bespricht auf Grund seiner eigenen reichen Erfahrungen die Aufgaben der Funkwerkstatt und der Empfängermessung, die Analyse der Schaltungen, die Bemessung und Berechnung der Einzelteile, die Meß- und Prüfgeräte und die damit auszuführenden Untersuchungen, das Aufsuchen von Fehlern und Störungen und die Verbesserung älterer, weniger leistungsfähiger Geräte; auch Tonfilmanlagen und eine kleine Rechtsbelehrung fehlen nicht.

Das Buch ist klar geschrieben und gut und reichlich bebildert. Das Verständnis schwierigerer Fragen wird durch Kurvendarstellungen und Zahlentafeln sehr erleichtert. Jeder, der berufsmäßig sich mit diesem Stoff beschäftigt, sollte das Werk besitzen und gründlich durcharbeiten. Zu beanstanden sind nur ein paar Kleinigkeiten, z. B. muß auf S. 439 die Frequenz (in Hertz!) aus L in Henry und C in Farad berechnet werden, nicht aber aus den Werten in cm! In der letzten Zeile dieser Seite bedeutet R den bei der Resonanzfrequenz auftretenden Verlust- oder Wirkwiderstand, der meistens erheblich größer ist als der Gleichstromwiderstand, weil Verluste durch Hysterese, Wirbelströme, im Dielektrikum usw. hinzukommen. Vielleicht könnte man in einem kurzen Abschnitt alle einschlägigen Vorschriften und Normen des VDE besprechen.
Karl Mühlbrett.

Thermionic Emission. Von A. L. Reimann. Mit 64 Abb., XI u. 324 S. in 8°. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1934. Preis geb. 21/— s.

Die vorliegende Monographie gibt einen ausgezeichneten Überblick über die glühelektrischen Erscheinungen, wie sie sich uns darstellen auf Grund zahlreicher experimenteller Arbeiten in den letzten 15 Jahren und der theoretischen Weiterentwicklung der Elektronentheorie, insbesondere durch die Fermische Statistik und die wellenmechanische Betrachtung des Elektronenüberganges über Potentialschwellen. Die Glühkathoden finden eine stets noch zunehmende Anwendung in technischen Geräten, so daß sich mit den Vorgängen bei der Glühemission nicht nur ein kleiner Kreis von Ingenieuren und technischen Physikern, sondern auch eine große Zahl von Studierenden eingehend beschäftigt. Diese werden mit Nutzen das vorliegende Buch zur Hand nehmen. Die in Frage kommenden deutschen und angelsächsischen Arbeiten sind kritisch zur Darstellung eines einheitlichen Bildes benutzt worden und durch die Erfahrungen vervollständigt worden, über die der Verfasser als Mitarbeiter des Forschungs-Laboratoriums der General Electric Co. und der M. O. Valve Co. in Wembley verfügt. In den ausgezeichneten Literaturangaben (zu jedem Abschnitt einzeln gegeben) vermißt man nur einige russische Arbeiten, welche das Bild über die Emissionszentren von Oxydkathoden noch wirkungsvoll vervollständigt hätten. — Nach einem allgemeinen Überblick über die Erscheinungen und älteren Theorien wird in der angegebenen ausführlichen Weise die Elektronenemission von reinen Metallen, von Metallüberzügen und von Oxydkathoden besprochen. Nach einem Abschnitt über die neuzeitliche allgemeine Theorie der Elektronenemission schließt eine Darstellung der Emission von Ionen das Buch ab. Ein gutes Inhaltsverzeichnis hebt das Buch über ein Lehrbuch hinaus und macht es zu einem Nachschlagewerk geeignet, weil es die neuesten Daten in kritischer Darstellung enthält. E. Lübcke.

Réseaux de distribution d'énergie électrique. Bd. 3 von „Memento d'électrotechnique". Von A. Curchod. Mit 378 Fig., XVIII u. 655 S. in 8°. Verlag Dunod, Paris 1934. Preis geh. 128 Fr, geb. 138 Fr.

Das eingesandte Buch ist der dritte Band des „Memento d'électrotechnique" des Professors und Direktors der Révue générale de l'Électricité, A. Curchod. Der erste Band enthält die Elektrizitätslehre, Band II die technischen Anwendungen, die Generatoren, Motoren, Transformatoren, Umformer usw. Der Dritte Band behandelt die Verteilung der Elektrizität: 1. Leitungen und Netze. 2. Planung und Anordnung von Zentralen mit Generatoren, Schaltanlagen, Kontroll- und Schutzanlagen. 3. Planung von Unterwerken mit Transformatoren und Umformern. 4. Die Erzeugung von Wärme und Umsetzung in mechanische Arbeit, Kessel, Wasserreiniger, Wärmekraftmaschinen, thermische Kraftspeicher usw. 5. Wasserkraftanlagen und -maschinen. 6. Rund ein Drittel des technischen Inhalts (S. 496 bis 643) nehmen die gesetzlichen Vorschriften betr. Fortleitung und Verteilung von Elektrizität in Frankreich ein.

Es ist schwer, das Werk in einem deutschen Begriff unterzubringen. Wegen seiner enormen Vielseitigkeit und knappsten Behandlung der einzelnen Absätze käme es noch am nächsten einem technischen Lexikon. Ein Zweck, den es völlig ausfüllt, wäre der eines Repetitoriums. Dagegen kann man es mit den deutschen „Ingenieur-Taschenbüchern, wie etwa unsere „Hütte", nicht auf eine Stufe stellen, da schon prinzipiell jede Ableitung weggelassen und diesbezüglich auf die speziellen Lehrbücher verwiesen wurde. Für den allgemeinen praktischen Gebrauch geht es zu wenig auf die Gegenstände ein. So findet der Ratsuchende über die heute doch hochaktuellen Maschennetze auf S. 13, I 23, fünf Zeilen und den Hinweis auf das Ohmsche und Kirschhoffsche Gesetz! Zu erwähnen sind noch ausführliche Zahlentafeln für Leitungs- und Kabelverluste, Belastungen und Erwärmungen. Über Straßen- und Vollbahnen enthält Bd. III noch nichts.

Für Bibliotheken von Hochschulen und Großfirmen dürfte das Werk bei seiner Reichhaltigkeit einen angenehmen Zuwachs bedeuten. Dr. W. Gosebruch.

WIRTSCHAFTSTATISTISCHE MITTEILUNGEN ÜBER DIE ELEKTROINDUSTRIE.

Die Aktiengesellschaften der deutschen Elektroindustrie Ende 1934. — Nach der im 1. Märzheft von „Wirtschaft und Statistik" veröffentlichten Bestandsstatistik der deutschen Aktiengesellschaften gab es am 31. XII. 1934 in der Elektroindustrie 147 Aktiengesellschaften mit einem Nominalkapital von 760 Mill RM. Die Zahl der Aktiengesellschaften ist also 1934 erneut zurückgegangen, wenngleich die Verminderung des Nominalkapitals weniger auf den Abgängen beruht, als vielmehr auf den im Verlaufe des Jahres vorgenommenen Kapitalherabsetzungen, die mit 41 Mill RM die Kapitalerhöhungen (9,0 Mill RM) erheblich übertreffen. Hinsichtlich der Kapitalgrößenklassen ist aus Zahlentafel 1 zu ersehen[1]), daß die Kapitalherabsetzungen namentlich bei den größeren Aktiengesellschaften (mit mehr als 5 Mill RM Aktienkapital) vorgenommen wurden, während sich die Verringerung der Zahl aus der Auflösung kleiner und kleinster Aktiengesellschaften erklärt. Dementsprechend ist auch das Durchschnittskapital je Aktiengesellschaft wie in den beiden Vorjahren unverändert 5,2 Mill RM, während es 1929 3,9 Mill RM betragen hatte. Zweifelsohne ist bei dieser ständigen Abnahme der kleineren Aktiengesellschaften die Tendenz wirksam, ehemalige Aktiengesellschaften in Unternehmungen mit anderer Rechtsform umzuwandeln oder bei Neugründungen andere Gesellschaftsformen vorzuziehen.

Jahresabschlüsse deutscher Aktiengesellschaften der Elektroindustrie im zweiten Halbjahr 1934. — Zahlentafel 2 enthält die wichtigsten Bilanzdaten von 12 Aktiengesellschaften der Elektroindustrie[1]). Da die Angaben sich nur auf Aktiengesellschaften beziehen und auch von diesen nur einen Ausschnitt darstellen, bieten sie keinerlei Anhaltspunkte für eine Beurteilung der gesamten Elektroindustrie.

[1]) Siehe nächste Seite.

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Bestand der Aktiengesellschaften der deutschen Elektroindustrie[1]) (Nom. Kapital in Mill RM).

Jahr	Bestand am 31. Dezember		Entwicklung während des Jahres								Bestand nach Kapitalgrößenklassen					
			Gründungen		Kapitalerhöhungen	Kapitalherabsetzungen	Auflösungen durch Konkurse		Auflösungen anderer Art[2])		5000 bis unter 500 000 RM		500 000 bis unter 5 000 000 RM		5 000 000 und darüber	
	Zahl	Nom. Kapital	Zahl	Nom. Kapital	Nom. Betrag	Nom. Betrag	Zahl	Nom. Kapital	Zahl	Nom. Kapital	Zahl	Nom. Kapital	Zahl	Nom. Kapital	Zahl	Nom. Kapital
1929	231	893	6	0,9	28,7	0,9	2	0,6	13	2,8	147	19,8	58	94,8	26	778
1932	163	844	1	1	2,0	55,0	4	1,0	8	4	79	11,7	59	99,1	25	733
1933	153	793	—	—	6,0	15,0	1	0	—	—	77	11,2	53	90,7	23	691
1934	147	760	1	0	9,0	41,0	1	0	6	1	73	11	52	87	22	662

[1]) Umfaßt auch Unternehmungen, die neben der Herstellung elektrotechnischer Erzeugnisse auch auf dem Gebiet des allgemeinen Maschinenbaus fabrikatorisch tätig sind.
[2]) Umfaßt auch Gegenstandsänderungen.

Zahlentafel 2. Jahresabschlüsse deutscher Aktiengesellschaften der Elektroindustrie*). Abschlüsse im 2. Halbjahr 1934.

Gesellschaft	Bilanz-Stichtag	Aktiva: Anlagevermögen: Anlagen	Aktiva: Anlagevermögen: Beteiligungen[1])	Aktiva: Umlaufsvermögen: insgesamt	Aktiva: Umlaufsvermögen: darunter: Vorräte	Aktiva: Umlaufsvermögen: darunter: Warenforderungen u. Wechsel	Aktiva: Umlaufsvermögen: darunter: Banken und Kasse	Passiva: Eigenkapital: A — K[2])	Passiva: Eigenkapital: Reserven[3])	Passiva: Fremde Mittel: insgesamt	Passiva: Fremde Mittel: darunter: Anleihen, Hypotheken	Passiva: Fremde Mittel: darunter: Banken, Akzepte[4])	Bilanzsumme	Gewinn- und Verlustrechnung: Rohüberschuß	Gewinn- und Verlustrechnung: Löhne und Gehälter	Gewinn- und Verlustrechnung: Abschreibungen auf Anlagen	Gewinn- und Verlustrechnung: Reingewinn (+)[5]) bzw. Verlust (—)[6])	Dividende
		in 1000 RM																%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ariadne, Draht- und Kabelwerke AG., Berlin	30. 9. 33	440	0	384	33	268	25	500	130	127	—	—	829	240	80	5	+ 33	4[7])
	30. 9. 34	435	0	556	44	446	16	500	120	260	—	—	994	364	97	11	+ 33	6
C. J. Vogel, Draht- und Kabelwerke AG., Berlin	30. 9. 33	3 992	868	4 115	1 239	1 664	398	3 660	576	4 267	3 400	535	8 986	3 556	1 593	213	+150	4
	30. 9. 34	3 723	770	5 281	1 669	1 899	756	3 660	576	4 489	3 400	580	9 727	5 262	2 270	425	+266	6
Deutsche Kabelwerke AG., Berlin	31. 12. 33	3 737	775	4 558	972	1 291	179	5 160	516	1 926	5	—	9 115	3 175	1 384	177	+146	6[8])
	31. 12. 34	3 699	775	5 681	1 225	1 662	1 590	5 160	516	1 795	4	—	10 193	5 130	2 118	334	+711	6[9])
Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG., Berlin	30. 9. 33	4 478	108	5 690	1 629	1 573	2 138	7 200	863	1 983	520	—	10 289	3 495	2 422	333	+ 89	—
	30. 9. 34	4 229	108	6 704	1 867	1 383	3 052	7 200	863	1 952	485	—	11 046	6 144	3 635	481	+456	6
Elektrolux AG., Berlin-Tempelhof	31. 12. 33	96	—	4 345	779	9	219	2 750	25	1 327	—	—	5 698	1 195	607	55	+ 95	—
	31. 12. 34	29	—	5 047	810	1	302	2 750	55	1 863	—	—	6 342	1 317	616	84	+140	—
Hackethal, Draht- und Kabelwerke AG., Hannover-Brink	31. 12. 33	3 933	2 770	6 292	1 562	2 104	1 297	8 000	521	3 929	3392	23	13 068	5 205	1 590	313	+797	—
	31. 12. 34	3 350	2 725	7 985	2 006	2 756	1 298	8 000	800	3 787	3213	16	14 135	7 566	2 222	752	+839	6[10])
Ideal-Werke AG., für drahtlose Telephonie, Berlin-Hohenschönhausen	31. 12. 33	450	222	3 547	801	1 225	374	1 500	150	2 592	—	—	4 373	1 971	1 204	176	—163	—
	31. 12. 34	530	255	5 661	1 357	2 275	470	3 000	150	2 941	—	—	6 487	4 527	1 834	258	+184	—
Kabelwerk Duisburg	31. 12. 33	3 015	130	4 638	1 076	2 052	1 215	6 000	600	327	—	—	7 794	2 457	1 019	236	+498	8
	31. 12. 34	2 873	129	5 123	1 914	2 389	331	6 000	600	713	—	—	8 223	3 655	1 594	246	+522	8
Kabelwerk Vacha AG., Vacha (Rhön)	31. 12. 33	315	0	687	128	525	11	540	72	157	—	89	1 007	839	285	94	+108	6[11])
	31. 12. 34	300	0	952	285	589	67	540	72	193	—	114	1 252	1 618	538	209	+118	12[12])
Langbein-Pfannhauser-Werke AG., Leipzig-Sellerhausen	31. 12. 33	1 400	365	3 295	799	1 543	217	2 040	204	2 275	1082	255	5 069	2 396	984	87	+250	—
	31. 12. 34	1 334	350	3 655	793	1 810	311	2 040	204	2 266	1082	90	5 368	3 086	1 183	153	+142	6[13])
Vereinigte Isolatoren-Werke AG., Berlin-Pankow	31. 12. 33	637	—	532	192	133	185	1 000	5	36	—	—	1 170	707	348	39	+ 69	6
	31. 12. 34	670	—	523	193	172	107	1 000	10	45	—	—	1 194	1 094	557	77	+ 73	6
Vereinigte Zünder- und Kabelwerke AG., Meißen	31. 12. 33	1 073	9	2 444	410	466	1 236	2 333	304	248	—	—	3 526	1 192	571	132	+266	9[14])
	31. 12. 34	1 036	9	2 510	576	529	1 081	2 333	304	115	—	—	3 555	1 690	844	127	+260	9[14])
Insgesamt*) 12 Aktiengesellschaften	1933	23 566	5 247	40 527	9 620	12 853	7 494	40 683	3 966	19 194	—	—	70 924	26 428	12 087	1860	+ 2664	—
	1934	22 208	5 121	49 678	12 739	15 911	9 381	42 183	4 270	20 419	—	—	78 516	41 453	17 508	3157	+ 3744	—
	Veränderung	—1 358	— 126	+9 151	+3 119	+3 058	+1 887	+1 500	+304	+1 225	—	—	+7 592	+15 025	+5 421	+1297	+ 1080	—

*) Da die Angaben sich nur auf Aktiengesellschaften beziehen, bieten sie keinerlei Anhaltspunkte für eine Beurteilung der gesamten Elektroindustrie.
[1]) Ohne die zum dauernden Geschäftsbetrieb bestimmten Wertpapiere des Umlaufvermögens.
[2]) Abzüglich ausstehender Einzahlungen.
[3]) Ausgewiesene offene Reserven (= Reservefonds und allgemeine Rücklagen).
[4]) Umfassend: Verbindlichkeiten gegenüber Banken; Verbindlichkeiten aus der Ausstellung eigener Akzepte.
[5]) Jahresreingewinn: Ausgewiesener Gewinn ausschließlich des etwaigen Gewinnvortrages und vor Abzug des etwaigen Verlustvortrages.
[6]) Jahresreinverlust: Ausgewiesener Verlust ausschließlich des etwaigen Verlustvortrages und vor Abzug des etwaigen Gewinnvortrages.
[7]) Außerdem 2% Super-Dividende.
[8]) Nur auf 160 000 RM Vorzugsaktien.
[9]) Auf Vorzugs- und Stammaktien.
[10]) Außerdem 0,5% gemäß Anleihestockgesetz, die nicht in den Anleihestock abzuführen sind.
[11]) Zuzüglich 4% Bonus.
[12]) Davon werden 2% bei der Golddiskontbank für Rechnung der Aktionäre deponiert.
[13]) 4% Vordividende +2% weitere Dividende auf das Stammaktienkapital.
[14]) Ferner 7% auf RM 8000,— Vorzugsaktien.

Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Für die Redaktion (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 53, VDE-Haus) verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Abschluß des Heftes: 10. Mai 1935.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 23. Mai 1935** **Heft 21**

Vorschläge zur Beobachtung der Gewitterstörungen.

Von **Harald Müller**, Berlin.

Die wissenschaftliche Leitung der ETZ hat ihrem Leserkreis in den letzten Heften eine Reihe wertvoller Arbeiten aus dem Bereich der Gewitterforschung bringen können (in den Fußnoten durch Fettdruck hervorgehoben). Heute sollen einige Anregungen zur Gewitterbeobachtung für die nun bald einsetzende Gewitterzeit gegeben werden.

Für die Gewitterforschung ist es sicher empfehlenswert, sich einmal über die Gesichtspunkte klar zu werden, die für eine umfassende Beobachtung notwendig sind, und ferner festzulegen, welche Fragen durch Messung und Beobachtung geklärt werden sollen. Die Arbeiten der letzten Zeit haben ganz deutlich gezeigt, daß für die elektrische Energieübertragung mittels Freileitungen Spannung und Stromstärke des Blitzes eine ausschlaggebende Rolle spielen, die Stromstärke vor allem wegen der Erdungswiderstände. Aus seinen eigenen Beobachtungen und Messungen heraus glaubt der Verfasser, daß die Frage der Stromstärken von ganz besonderer Bedeutung für die Mittelspannungsnetze ist, deren Isolation im Vergleich zu der der Übertragungsnetze mit höherer Betriebspannung verhältnismäßig niedrig ist. Das Produkt aus Erdungswiderstand und Blitzstromstärke ist unabhängig von der Betriebspannung des Netzes, das sich der Blitz zum Einschlag herausgesucht hat, und so ist es durchaus möglich, daß der gleiche Wert des Erdungswiderstandes, der in einem Hochspannungsnetz ungefährlich ist, weil bei der gleichen Blitzstromstärke die Überschlagpannung der Netzisolation noch nicht erreicht ist, bei einem benachbarten Mittelspannungsnetz zu Überschlägen und Leitungsausfall führen kann. Ohne Zweifel ist auch bei den Mittelspannungsnetzen die Gefährdung der Isolation wegen des verhältnismäßig kurzen Isolationsweges bei hohen Stromstärken bedeutend größer als bei den Hochspannungsnetzen.

Meßgeräte.

Für die Spannungsmessung stehen uns eine Anzahl Meßeinrichtungen zur Verfügung. Erwähnen wollen wir nur den Kathodenstrahl-Oszillographen, mit dem vor allem Harald Norinder[1]) schon seit vielen Jahren mit dem denkbar besten Erfolge Messungen angestellt und uns außer hervorragender konstruktiver Entwicklung des Gerätes grundlegende Erkenntnisse auf dem Gebiete der Gewitterstörungen übermittelt hat. Ferner seien die Arbeiten von K. Berger[2]) erwähnt, der ebenfalls mit Hilfe des Kathodenoszillographen wertvolles Beobachtungsmaterial zusammengetragen hat. Die Ergebnisse der Arbeiten dieser beiden Forscher haben für uns deswegen ganz besondere Bedeutung, weil die Länder, in denen sie ihre Messungen angestellt haben, in ihrem klimatischen Charakter sich nicht wesentlich von dem Deutschlands unterscheiden. Der Nachteil der Messungen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographpen liegt ohne Zweifel darin, daß der Aufwand, der zu solchen Messungen erforderlich ist, erheblich ist und nur Erfolg verspricht, wenn man mit mehreren Gerätesätzen an die Messungen herangehen kann.

Ohne Zweifel scheint deshalb ein Gerät von Bedeutung zu sein, das bei einfachster Handhabung und nicht zu hohem Preis einen Einbau an den verschiedensten Stellen eines Netzes erlaubt, so daß eine große Anzahl von Beobachtungen mit geringem Aufwand gemacht werden können und sie aus ihrer Vielheit dann einen allgemeingültigen Schluß erlauben. Hier verdient der in Amerika entwickelte, auf der Entdeckung des deutschen Physikers G. C. Lichtenberg beruhende Klydonograph[3]) Erwähnung. Wenn man die richtige Einstellung zum Gerät hat, nämlich in ihm ein Registriermittel sieht, das außer der Aufzeichnung der Überspannung an sich in gewissen, verhältnismäßig weiten Grenzen gestattet, Schlüsse auf die Form und Höhe der Überspannung zu ziehen, dann wird der Klydonograph zu einem wertvollen Gerät für die Überlandwerke. Dies gilt vor allem dann, wenn in enger Zusammenarbeit zwischen Betrieb und Laboratorium bestmöglich für eine Auswertung der Aufzeichnungen gesorgt wird. Dadurch gewinnt naturgemäß das Gerät ganz erheblich an Beobachtungswert.

Eine Einrichtung, die bewußt auf die Feinheiten der Registrierung verzichtet, wie sie in vollendetem Maße der Kathodenstrahl-Oszillograph und in recht weitem Umfang auch noch der Klydonograph gestattet, ist die Staffelfunkenstrecke nach Binder-Heyne[4]). Sie begnügt sich mit der Aufzeichnung der Überspannung und gibt außerdem Grenzen an, in welchen die Höhe der Überspannung gelegen hat. Ihr ganzer Aufbau gestattet bei billigstem Betrieb Beobachtungen über längere Zeiträume hinweg.

Zusammenfassend kann man wohl den Kathodenstrahl-Oszillographen als das Mittel kennzeichnen, das grundlegende Arbeiten durchzuführen gestattet, während die anderen Geräte mehr für den Betrieb gedacht sind, der sich über sein Netz Klarheit zu verschaffen versuchen muß.

In diesem Zusammenhang sollen auch die Feldstärkemeßgeräte[5]) Erwähnung finden, deren Bedeutung wohl in der gleichen Richtung liegt, wie die des Kathodenstrahl-Oszillographen.

Für die Stromstärkemessungen kann man sich natürlich auch der gleichen Mittel wie zur Spannungsmessung bedienen, es bedarf nur einer entsprechenden Schaltung. Jedoch scheint der sehr einfache Weg, der s. Z. von Max. Toepler angeregt wurde und der durch die Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen in eine praktisch bequem verwendbare Form gebracht wurde[6]), den Vorzug zu verdienen. Durch Bestimmung der Magnetisierung von Stahlstäbchen unter dem Einfluß von Blitzströmen ist es gelungen, über die Größe von Blitzstrom-

[1]) Harald Norinder, **ETZ 56 (1935) H. 14 S. 393**; Tekn. T. 55 (1925) H. 31, Elektroteknik 8; Tekn. T. 57 (1927) H. 44 Elektroteknik 11; J. Franklin Inst. 205 (1928) Nr. 6; J. Franklin Inst. 218 (1934) Nr. 6.

[2]) K. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 20 (1929) S. 321; Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 21 (1930) S. 77; Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 23 (1932) S. 289.

[3]) J. F. Peters, Electr. Wld., N. Y., 83 (1924) S. 769, Bericht: ETZ 45 (1924) S. 753; Harald Müller, Hescho-Mitt. 1926, H. 27, 1927, H. 34; Sammelbericht: ETZ 48 (1927) S. 737; D. Müller-Hillebrand, Siemens Z. 7 (1927) S. 547, 605; H. Neuhaus, Siemens Z. 9 (1929) S. 368. — Über die Entdeckung Lichtenbergs vgl. Winkler, ETZ 48 (1927) S. 1890.

[4]) L. Binder, ETZ 49 (1928) S. 503; H. Heyne, Arch. Elektrotechn. 24 (1930) S. 469.

[5]) Harald Norinder, Tekn. Meddelanden från Kungl. Vattenfallsstyrelsen Reihe E Nr. 1; 1921; Bericht ETZ 42 (1921) S. 764. A. Matthias, Elektr.-Wirtsch. 25 (1926) S. 297; Bericht ETZ 47 (1926) S. 854.; Elektr.-Wirtsch. 26 (1927) S. 2; ETZ 50 (1929) S. 1469.

[6]) H. Grünewald, ETZ 55 (1934) S. 505, 536.

Digitized by Google

stärken und ihre Häufigkeit umfassendes Material beizubringen. Diese Methode zeichnet sich durch eine solche Einfachheit aus, daß ihrer weitestgehenden Anwendung keinerlei technische oder geldliche Schwierigkeiten entgegenstehen. Ihre Ergebnisse sind auch schon jetzt als so gut zu bezeichnen, daß es sich unbedingt lohnt, den Weg weiter zu beschreiten.

In der Frage der Messung des Erdungswiderstandes bestehen noch eine Anzahl Schwierigkeiten[7]), deren Klärung im Gang ist. Es scheint, als ob die Messung der Erdungswiderstände mit Niederfrequenzbrücken bei ihrer Anwendung für Hochspannungszwecke gewisser Korrekturen bedürfe. Hierüber soll später berichtet werden. In diesem Zusammenhang bedürfen auch die geophysikalischen Verhältnisse der Beachtung. Nach den Arbeiten von Dauzère und anderen[8]) ist mit einer gewissen Häufung von Einschlägen an bestimmten Stellen zu rechnen. Messungen hierzu können mit den schon erwähnten Registriereinrichtungen vorgenommen werden. Auch kann die geophysikalische Bodenforschung[9]) hier wertvolle Aufschlüsse liefern.

Messungen.

Das Schrifttum der vergangenen Jahre hat auf dem Gebiet der Überspannungsmessungen zahlreiche Veröffentlichungen[10]) gebracht. Diese Messungen sind in der letzten Zeit vor allem in Deutschland durch solche über die Blitzstromstärken[11]) wertvoll ergänzt worden. Trotzdem diese Messungen sich bisher nur über einen Zeitraum von etwa zwei Jahren erstrecken, haben doch die Ergebnisse wegen der Großzahl der Messungen allgemeine Gültigkeit. Die recht gute Übereinstimmung mit den von D. Müller-Hillebrand[12]) aus dem ausländischen Schrifttum zusammengestellten Zahlen beweist die Richtigkeit der Behauptung, daß man jetzt schon von einer Allgemeingültigkeit der deutschen, von der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen im Verein mit den Elektrizitätswerken durchgeführten Messungen sprechen kann.

Im Zusammenhang mit diesen Messungen gewinnen die theoretischen Erörterungen von V. Aigner[13]) besondere Bedeutung zumal für die Mittelspannungsnetze, die ja, wie in der ETZ bereits behandelt worden ist[14]), in bezug auf atmosphärische Störungen ganz besonders anfällig sind. Die Feststellung, daß die durch den Blitzschlag in den Mast magnetisch in den Leiterseilen induzierten Spannungen sich mit ihrem Augenblickswert zu dem des Spannungsabfalls im Mast u. U. addieren, der wiederum in seiner Höhe durch Blitzstromstärke und Erdungswiderstand bedingt ist, ergibt zwar für die Hochspannungsleitungen keine Überschlaggefahr bei indirekter Beeinflussung, wohl aber besteht diese Möglichkeit für Mittelspannungsnetze. Die Stromsteilheiten, von denen die induzierten Spannungen ja abhängen, liegen nach den Messungen von H. Norinder[15]) und anderen durchaus in einer Größenordnung, bei der die oben geschilderten Umstände eintreten können. Auch K. Berger[16]) stellt induzierte Überspannungen von einer Höhe fest, die zwar für Hochspannungsnetze ohne die geringste Bedeutung sind, aber in Mittelspannungsnetzen zumal älterer Bauart nicht vernachlässigt werden können, wenn auch ihr Verlauf wegen der geringen Steilheiten für die Isolation der Geräte meist sehr harmlos ist.

Die Messungen haben in Übereinstimmung mit früheren Feststellungen wiederum ergeben, daß Blitze überwiegen, die aus negativen Wolken herstammen.

Wenig Angaben bestehen über Messungen von Erdungswiderständen. Das Gebiet scheint auch noch nicht so weit geklärt zu sein, daß man einwandfreie Messungen der Widerstandswerte bei Stoß vornehmen kann. Bislang haben die Messungen auf diesem Gebiet zu einer Empfehlung gestreckter Erdungen geführt[17]). Messungen hierüber sind im Gang.

Beobachtungen.

Ganz besondere Bedeutung kommt der systematischen Beobachtung[18]) bei Gewittern zu. Hier müssen vor allem die Betriebsingenieure helfen, die Kenntnis der Gewittereinwirkungen auf die Übertragungsleitungen zu erweitern. Die Arbeit von W. Zwanziger[19]) stellt einen wertvollen Beitrag in dieser Richtung dar, und es wäre vom Standpunkt der Gewitterforschung außerordentlich zu begrüßen, wenn hier von recht vielen Seiten Material zusammengetragen werden könnte, das die Messungen hervorragend unterstützen könnte. Nach Meinung des Verfassers sollte man bei jedem Blitzeinschlag folgende Fragen zu klären versuchen:

1. Sind an der betreffenden Stelle schon häufiger Einschläge festgestellt worden?
2. Wie war der Erdungswiderstand an dieser Stelle zur betreffenden Zeit?
3. Handelt es sich um einen ein- oder mehrphasigen Einschlag?
4. Handelt es sich um direkte Einschläge oder um rückwärtige?
5. Sind Einschläge nur an den Masten beobachtet worden oder auch im freien Feld zwischen zwei Masten?
6. Liegen besondere geophysikalische Verhältnisse vor?
7. Hat man in der betreffenden Gegend sogenannte Gewitterstraßen feststellen können?
8. Sind bei Häufung an ein und derselben Stelle trotz Auswechselung der Isolationsketten immer wieder Durchschläge oder Überschläge beobachtet worden?
9. Haben besondere Schutzmaßnahmen Abhilfe bringen können?

Gerade die Arbeiten von W. Zwanziger, die Feststellungen von H. Zaduk und der Bericht von H. Neuhaus[20]) zeigen, daß die Frage 1. einer Klärung bedarf. Es ist ohne Zweifel damit zu rechnen, daß solche Häufungen auftreten können. Die Feststellungen von W. Zwanziger zeigen eine Häufung von Blitzeinschlägen an bestimmten Masten; gleichzeitig lassen sie den Einfluß des als Schutzmaßnahme zu wertenden Erdseiles erkennen. Der Hinweis von H. Zaduk ist wichtig, daß man bei der Feststellung der Häufigkeit, also sogenannter Gewitternester, nicht nur Störungen, sondern auch Einschläge ohne nachfolgende Betriebstörung zählen muß. Ohne Zweifel ergeben hier die Stahlstäbchenmessungen einen recht guten Anhalt; geklärt werden muß wohl aber noch, ob nicht solche harmlosen Einschläge über die ganze Leitung verteilt auftreten können, während sie bei den sogenannten Gewitternestern neben wirksamen Einschlägen außerdem noch vorhanden sein können. Die Stahlstäbchenmethode kann hierüber nicht ohne weiteres Auskunft[21]) erteilen, weil ja Überlagerungen an den einzelnen Stäbchen schwer festzustellen sein werden. Man könnte vielleicht für diesen Zweck die Stahlstäbchenmethode durch eine grobe Registriereinrichtung unterstützen. Der Frage der Erdungswiderstände sollte im Zusammenhang mit den Stromstärkemessungen erhöhte Beachtung geschenkt werden. Durch die Feststellung, ob rückwärtige oder unmittelbare Einschläge in die Leitung erfolgen, kann man die Messungen der Erdungswiderstände wesentlich unterstützen.

Die Frage, ob es sich um einen ein- oder mehrphasigen Einschlag handelt, ist insofern von großer Bedeutung, als die Ausfallzahlen in den Netzen mit isoliertem Nullpunkt, vor allem, wenn sie mit Erdschlußlöschung ausgerüstet sind, wesentlich unter denen mit kurz geerdetem Nullpunkt liegen. Die sogenannten Wischer werden dadurch

---

[7]) O. Naumann, Elektr.-Wirtsch. 31 (1932) S. 56, 133; Harald Müller, Hescho-Mitt. 1934, H. 70, S. 38; Ber. 66 der CIGRE 1933, in ETZ 54 (1933) S. 1045 berichtet.

[8]) C. Dauzère, Ber. 25 der Cigre 1931, Bull. Soc. franç. Electr. 9 (1929) S. 575; C. Dauzère und Bouget, C. R. Acad. Sci., Paris, 186 (1928) S. 1565; G. Lehmann, ETZ 53 (1932) S. 980, 1252; Diss. Dresden 1932.

[9]) Ambronn, **ETZ 56 (1935) S. 581** (dieses Heftes).

[10]) D. Müller-Hillebrand, Diss. T. H. Berlin 1930, ETZ 52 (1931) S. 722, 758; ETZ 53 (1932) S. 1121; K. Berger, siehe Fußnote 2; H. Norinder, siehe Fußnote 1; O. Naumann, Elektr.-Wirtsch. 31 (1932) S. 133; Harald Müller, Hescho-Mitt. Heft 53/54, 57/58, 66/67.

[11]) H. Zaduk, **ETZ 56 (1935) H. 17 S. 475.**

[12]) D. Müller Hillebrand, **ETZ 56 (1935) H. 15 S. 417.**

[13]) V. Aigner, **ETZ 56 (1935) H. 18 S. 497.**

[14]) Harald Müller, ETZ 54 (1933) S. 225; D. Müller-Hillebrand, ETZ 55 (1934) S. 133.

[15]) H. Norinder, **ETZ 56 (1935) H. 14 S. 393**; V. Aigner, wie Fußnote 13.

[16]) K. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 23 (1932) S. 289.

[17]) Brune u. Eaton, AIEE-Bericht 32—85. Harald Müller, Hescho-Mitt. Heft 70, S. 38.

[18]) B. Koetzold, ETZ 51 (1930) S. 1189; **ETZ 56 (1935) S. 590** (dieses Heftes).

[19]) W. Zwanziger, **ETZ 56 (1935) H. 17 S. 474.**

[20]) H. Neuhaus, **ETZ 56 (1935) H. 11 S. 318.**

[21]) H. Grünewald, ETZ 55 (1934) S. 505.

Digitized by Google

vollkommen harmlos. Hierzu geben die schon erwähnten Berichte von H. Neuhaus und D. Müller-Hillebrand wertvolle Hinweise.

Die Frage, ob Einschläge auch im freien Feld, also zwischen den Masten beobachtet werden, hängt mit der anderen eng zusammen, ob besondere Schutzmaßnahmen, wie Erdseile, vorhanden waren und ob besondere geophysikalische Bedingungen vorliegen. Wenn auch dieser Punkt nicht für sich allein alles aufzuklären vermag, so ist ihm doch ohne Zweifel unbedingt Beachtung zu schenken. Ebenso unterstützen die Fragen 7. und 8. die vorher behandelten Punkte wesentlich. A. Matthias[22]) hat seinerzeit Angaben über Gewitterzüge gemacht.

[22]) A. Matthias, ETZ 46 (1925) S. 873; B. Koetzold, wie Fußnote 18.

Schweißung von Drähten mittels Kondensatorenentladung.

(Mitteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden.)

Von O. Zdralek und J. Wrana, Dresden.

Übersicht. Es wird über Untersuchungen berichtet, die ergeben haben, daß sich mit schwingungsfreier Kondensatorentladung eine überraschende Regelmäßigkeit bei der Schweißung von Drähten erreichen läßt. Durch Anwendung einer neuen Ausführungsart, nämlich Schweißen in zwei Stufen, lassen sich verstärkte Querschnitte an den Verbindungstellen erzielen, die deren Festigkeit bedeutend heraufsetzen. Für Kupfer, Eisen, Aluminium, Konstantan und Nickelin werden die als günstig ermittelten Daten angegeben.

Die Anwendung von Kondensatoren als Stromquelle für Drahtschweißung ist seit langer Zeit bekannt[1]), jedoch hat sich ein geeignetes Verfahren unseres Wissens in der Praxis nicht einführen können, obwohl ein Bedürfnis dafür vorliegt. Man möchte sich die zeitraubende Arbeit des Lötens ersparen und auf einfachste Weise auch temperaturbeständige Verbindungen von Drähten herstellen können, insbesondere bei der Massenherstellung von Widerständen mit kleinen Drahtquerschnitten, in der Elektrowärmetechnik zur Verbindung von Heizleitern untereinander und mit den Anschlußleitungen und weiter zur Herstellung von Thermoelementen. Deshalb wurden in der Abteilung „Elektrowärme" des oben genannten Institutes auf Anregung von L. Binder in einer größeren Arbeit eingehende Versuche über die Schweißung von Drähten mittels Kondensatorentladungen ausgeführt, über deren Ergebnisse kurz berichtet werden soll.

Bei der verwendeten Versuchschaltung (Abb. 1) kann die Entladeenergie durch entsprechende Wahl der Kapazität C und der Entladespannung U, der zeitliche Verlauf der Entladung durch Ändern von Kapazität, Induktivität und Wirkwiderstand geregelt werden. Als Kapazität wurden Trockenelektrolyt-Kondensatoren verwendet. Sie haben den großen Vorteil geringen Gewichts- und Raumbedarfs (etwa 4 g/μF und 4 cm³/μF). Zum Einspannen der Drähte wurden isolierte, leichte und handliche Federklammern verwendet. Als Stromzuleitung genügte feindrähtige Litze von 2,5 mm² Querschnitt. Zum Schweißen wurden die beiden Drahtenden in die Federklammern eingeklemmt und von Hand zur Berührung gebracht. Die Versuche erstreckten sich auf Drähte aus Kupfer, Eisen, Aluminium, Konstantan und Nickelin von 0,1 bis 0,5 mm Dmr.

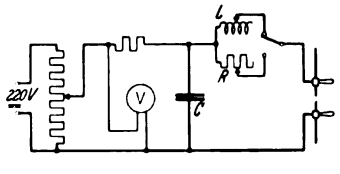


Abb. 1. Versuchschaltung.

Damit alle Möglichkeiten erfaßt werden konnten, wurden die Versuche sowohl bei periodischer wie bei aperiodischer Entladung des Kondensators ausgeführt.

Bei periodischer Entladung (eine eisenlose Drosselspule lag im Entladekreis), die den Vorzug günstigerer Energieausnutzung hätte, waren die erzielten Ergebnisse wenig befriedigend. Obwohl durch viele Versuche die günstigsten Werte von Kapazität, Spannung und Induktivität ermittelt waren, fielen die Schweißungen doch recht unregelmäßig aus. Bei Wiederholungen unter gleichen Bedingungen traten sehr viel Fehlschweißungen auf. Auch war der bei der Berührung der Drahtenden entstehende Funke sehr verschieden hell. Wie die oszillographischen Beobachtungen[2]) der elektrischen Vorgänge deutlich zeigten, tritt nämlich oft ein Verlöschen des Funkens beim Stromdurchgang durch Null und damit eine Unterbrechung der Entladung ein, ein Vorgang, der bekanntlich die Lichtbogenschweißung mit Wechselstrom und blanken Elektroden sehr erschwert. Aus dieser Beobachtung kann man wohl auch die vielen Fehlschweißungen bei dieser Anordnung erklären, die eine Verwendung der Induktivität im Entladekreis für die Praxis als nicht geeignet erscheinen lassen. Bei zu hoch gewählter Schweißenergie wurde ein Verdampfen des Werkstoffes an der Berührungsstelle und eine Kugelbildung an den Drahtenden beobachtet. Jedoch blieben die Kugeln nicht an den Enden haften, sondern glitten am Draht entlang, mehr oder weniger von den Enden weg, wie es Abb. 2 für zwei Fälle zeigt.

Abb. 2. Kugelbildung bei periodischer Entladung (9fache Vergrößerung).

Wesentlich günstiger lagen die Ergebnisse, wenn an Stelle der Drosselspule ein ohmscher Widerstand zur Anpassung der Schweißzeit verwendet wurde, wobei die Entladung aperiodisch in Form einer Exponentialfunktion erfolgt. Dann trat bei den für günstig ermittelten Werten von C, U und R eine bemerkenswerte Regelmäßigkeit in der Schweißung ein. Da es sich auf Grund zahlreicher Versuche herausstellte, daß die günstigste Zeitkonstante der Entladung für die untersuchten Drahtstärken von 0,1 bis 0,5 mm Dmr. praktisch die gleiche, etwa 10^{-3} s war, brauchte nur die Entladeenergie dem Querschnitt angepaßt zu werden. Am einfachsten ließ sich dies bei konstanter Kapazität durch Änderung der Kondensatorspannung mit Hilfe des Spannungsteilers erreichen. Für die verwendete Kapazität von 775 μF und $R = 1{,}3\,\Omega$ ergaben sich folgende Spannungswerte als günstigste:

Zahlentafel 1. Günstigste Spannungswerte für direkte Schweißung bei $C = 775\,\mu F$ und $R = 1{,}3\,\Omega$.

Durchmesser	Spannung bei Werkstoff:				
	Kupfer	Eisen	Konstantan	Nickelin	Aluminium
mm	V	V	V	V	V
0,1	—	40	—	—	—
0,2	65	70	65	60	50
0,3	100	120	90	90	90
0,4	150	160	145	150	110
0,5	200	210	195	200	190

[1]) Electr. Wld., N. Y., 64 (1914) S. 766, sowie ETZ 35 (1914) S. 1108; Neumann, A. I.: Elektrische Widerstandsschweißung und -erwärmung, Berlin 1927, J. Springer.

[2]) Verwendet wurde hierfür ein Elektronenstrahl-Oszillograph mit Glühkathode nach M. v. Ardenne.

Digitized by Google

Bei Spannungen unter 30 V ließ sich keine Schweißung mehr erreichen. Will man noch dünnere Drähte schweißen, so muß man die Kapazität verringern und mit Spannungen über 30 V arbeiten. Den Grund hierfür zeigten die folgenden Untersuchungen.

Wie die oszillographischen Beobachtungen ergaben, fällt bei der ersten Berührung der Drähte die Spannung auf etwa 30 V, bleibt eine Zeitlang konstant und fällt dann plötzlich auf Null ab (Abb. 3 a). In manchen Fällen sinkt die Spannung auf einen kleinen durch den Übergangswiderstand bedingten Betrag von etwa 5 bis 10 V ab, um nach kurzer Zeit auf etwa 30 V anzusteigen und dann weiter nach Abb. 3 a zu verlaufen. Im gleichen Sinne steigt auch im Augenblick der Schweißung der Strom plötzlich und deutlich merkbar an (Abb. 3 b). Beachtet man außerdem, daß die Polarität auch einen Einfluß auf die Erwärmung der Drahtenden ausübt, und zwar derart, daß am positiven Ende eine größere Stoffmenge zum Schmelzen kommt, was an verschiedenen unvollkommenen Schweißstellen beobachtet werden konnte, so kann man mit Recht hieraus den Schluß ziehen, daß die Kondensatorschweißung eine besondere Abart der Lichtbogenschweißung darstellt, und daß daher eine wesentlich stärkere Erwärmung an den Drahtenden auftritt, als dem Berührungswiderstand bei normaler Widerstandsschweißung entspricht.

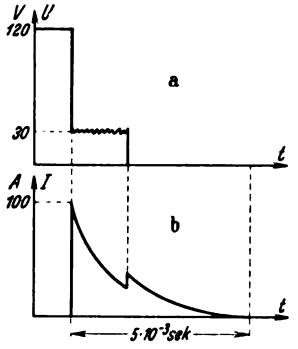


Abb. 3. Spannungs- und Stromverlauf an der Schweißstelle.

Allerdings mußten wir die Beobachtung machen, daß bei den so erzielten Schweißungen wiederholt eine Schwächung des Drahtquerschnittes an der Schweißstelle auftrat (Abb. 4). Diese Erscheinung dürfte wohl bei Berücksichtigung der zwar kurzzeitigen aber hohen Stromdichten auf eine Art Pincheffekt[3]) zurückzuführen sein. Bei Versuchen mit erhöhter Schweißenergie kam es zu merkbarem Verdampfen des Metalls und zur Kugelbildung an den Drahtenden. Im Gegensatz zur Schweißung bei aperiodischer Entladung blieben aber die Kugeln an den Drahtenden haften, wie Abb. 5 veranschaulicht. Mit weiter zunehmender Energie wuchs der Kugeldurchmesser, bis bei beträchtlicher Energieüberschreitung die Kugeln von den Enden weggeschleudert wurden.

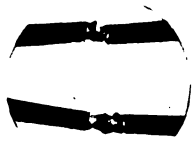


Abb. 4. Geschweißter Kupferdraht mit Einschnürungen an der Schweißstelle (9fach vergrößert).

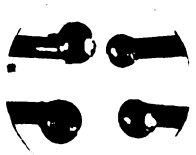


Abb. 5. Kugelbildung bei aperiodischer Entladung (9fach vergrößert).

Zur Vermeidung der Einschnürung an der Schweißstelle wurde unter Ausnutzung der genannten Kugelbildung ein besonderes Draht-Schweißverfahren ausgebildet, das darauf beruht, daß die Schweißung in zwei Stufen vorgenommen wird. In dem ersten Arbeitsgang wurde mit einer um etwa 20 % gegenüber den in der Zahlentafel 1 angegebenen Spannungswerten vergrößerten Kondensatorspannung eine Berührung der Drahtenden zustande gebracht, wobei statt einer Verschweißung eine Kugelbildung an den Enden auftrat. Im zweiten Arbeitsgang wurde die Verschweißung der so gebildeten Kugeln vorgenommen, und zwar wurde hierfür mit Rücksicht auf den schon erhöhten Querschnitt eine weitere Steigerung der Kondensatorspannung um 10 % erforderlich. Auf diese Weise glückte es, sehr gute Verbindungen von Drähten auszuführen, bei denen eine Verstärkung des Querschnittes an der Schweißstelle und damit eine erhöhte Festigkeit erreicht wurde, wie Abb. 6 zeigt.

Abb. 6. Schweißstellen nach vorheriger Kugelbildung (9fach vergrößert).

Nach Ermittlung der günstigsten Werte für Kupferdrähte wurde das gleiche Verfahren bei Drahtschweißungen mit anderem Metall erprobt. Bei Eisen, Aluminium, Konstantan, Nickelin und Chromnickel[4]) konnten ebenfalls einwandfreie und haltbare Verbindungen erreicht werden. Ebenso konnten Drähte von verschiedenem Material (Eisen-Kupfer, Konstantan-Kupfer, Aluminium-Kupfer) und verschiedenen Querschnitten (Querschnittsverhältnisse 1 : 16) verbunden werden (Abb. 7 und 8).

Abb. 7. Eisenschweißung (9fach vergrößert).

Abb. 8. Aluminium-Kupfer-Schweißung verschiedenen Querschnitts (9fach vergr.).

Für die verschiedenen Metalle erwiesen sich für den ersten Arbeitsgang (Kugelbildung) bei einer Kapazität von 775 µF und einem Widerstand von 1,3 Ω die in Zahlentafel 2 angeführten Spannungswerte als vorteilhaft.

Zahlentafel 2. Günstigste Spannungswerte für Schweißung mit Kugelbildung bei 775 µF und 1,3 Ω.

Durchmesser	Spannung bei Werkstoff:				
	Kupfer	Eisen	Konstantan	Nickelin	Aluminium
mm	V	V	V	V	V
0,1	40	50	40	—	—
0,2	80	90	85	70	50
0,3	130	140	120	120	90
0,4	200	210	185	190	110
0,5	—	—	210	—	190

Wie bereits angegeben, mußten für den zweiten Arbeitsgang die Spannungen um 10 % erhöht werden. Lediglich bei Aluminium war es besser, die Schweißung ohne vorherige Kugelbildung bei einmaliger Berührung mit den genannten Spannungswerten auszuführen und die Drahtenden nicht stumpf, sondern über Kreuz zur Berührung zu bringen.

[3]) K. Meller, Elektr. Lichtbogenschweißung, Leipzig: S. Hirzel, 1932; C. Hering, Electrician 59 (1907) S. 562.

[4]) Über ausführliche Versuche mit Chromnickeldraht-Schweißung wird demnächst berichtet.

Digitized by Google

Elektrische Hilfsmittel in der geophysikalischen Bodenforschung.

Von R. Ambronn, Göttingen.

Übersicht. Die geophysikalischen Aufschlußverfahren haben sich im letzten Jahrzehnt einen technisch und wirtschaftlich gleich wichtigen Platz unter den Verfahren erworben, welche man zum Studium des Aufbaues des Untergrundes für berg-, wasser- und tiefbauliche Zwecke verwendet. Die Vermessung der räumlichen Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit im Boden mittels Gleich- oder Wechselstrom bildet eines der wichtigsten Teilgebiete der angewandten Geophysik und erfordert daher eine umfassende Darstellung. Aber auch bei fast allen anderen Verfahren der geophysikalischen Bodenforschung werden Hilfsmittel aus der Elektrotechnik in breitem Umfange ausgenutzt. Am Beispiel der seismischen Verfahren wird diese Tatsache veranschaulicht, wobei sich zeigt, wie durch den Ersatz der mechanisch-optischen Seismographen durch elektrische Erschütterungsmesser, welche die aufzuzeichnenden Erschütterungsvorgänge in genau gleichgeformte elektrische Stromkurven umwandeln, technisch und wirtschaftlich größte Vorteile erzielt werden.

Innerhalb des letzten Jahrzehnts haben die geophysikalischen Verfahren zur Erforschung des Untergrundes in allen Ländern eine sehr umfangreiche Entwicklung erfahren. Während die Geologie durch genaueste Aufnahmen an der Erdoberfläche Rückschlüsse auf den Bau des Untergrundes und auf das Vorhandensein der mannigfaltigsten Bodenschätze zu ziehen versucht, ergänzt die angewandte Geophysik die Hilfsmittel der Geologen durch die Vermessung der räumlichen Verteilung einer großen Anzahl von physikalischen Bestimmungsgrößen, welche die die Erdrinde aufbauenden Gesteine, Erze, Bodenarten usw. in mehr oder weniger eindeutiger Weise kennzeichnen. Im allgemeinen werden dabei die physikalischen Messungen an der Erdoberfläche vorgenommen; gelegentlich werden aber auch Bergwerksanlagen, Tiefbohrungen usw. herangezogen, um mittels geeigneter Meßinstrumente die an der Erdoberfläche gewonnenen Messungen zu ergänzen.

Wenn hier über die elektrischen Hilfsmittel berichtet werden soll, welche für die angewandte Geophysik ausgenutzt werden, so sollen dabei nicht nur diejenigen Verfahren berücksichtigt werden, bei denen das elektrische Verhalten des Untergrundes selbst der Messung unterworfen wird, sondern es sollen auch diejenigen Verfahren miterwähnt werden, bei denen an sich andere physikalische Eigenschaften des Untergrundes ausgewertet werden, wo aber bei der Ausbildung der Meßgeräte elektrische Einrichtungen in weiterem Umfange herangezogen werden.

Die elektrischen Eigenschaften der Gesteine sind ihre elektrische Leitfähigkeit, ihre Dielektrizitätskonstante und ihre magnetische Permeabilität. Fernerhin kommen die elektrochemischen Erscheinungen in Frage, welche entweder der natürlichen Wechselwirkung der im Boden enthaltenen Mineralien gegenüber den in der Erdrinde vorhandenen Wässern entspringen oder bei der Leitung künstlicher elektrischer Ströme durch den Erdboden in ihm erzeugt werden.

Die elektrochemischen Erscheinungen im Boden führen zum Auftreten von räumlich verteilten elektromotorischen Kräften, welche in der Umgebung elektrische Ströme vom Charakter eines Gleichstroms erzeugen. Infolge der Änderung des magnetischen Erdfeldes werden im Erdkörper elektrische Stromsysteme durch Induktion hervorgebracht, welche Ströme zeitlich wechselnder Stärke und Richtung im Gefolge haben. Während die ersteren Erscheinungen bereits praktisch, d. h. für die Aufsuchung von Erzlagerstätten, insbesondere von Pyritlagerstätten, Bedeutung gewonnen haben, hat man die letzteren bisher zu geophysikalischen Aufschlußzwecken noch kaum benutzt. Die Vermessung der elektrischen Gleichstromsysteme, welche von sich zersetzenden Erzlagerstätten ausgehen, erfolgt in der gleichen Weise wie bei der Untersuchung des Bodens mittels künstlich erzeugter elektrischer Gleichströme.

Bei weitem die meisten elektrischen Bodenuntersuchungen werden mit künstlich dem Boden zugeführten elektrischen Strömen ausgeführt. Die Ausbreitung des elektrischen Stromes ist dabei abhängig von der elektrischen Leitfähigkeit der verschiedenen Gesteins- und Bodenarten. Die meisten Mineralien, wie Kalk, Sand, Feldspat, Glimmer usw., sind an sich fast völlige Nichtleiter des elektrischen Stromes, und die elektrische Leitfähigkeit ist daher in allererster Linie abhängig von der Menge und der Verteilung des Wassers bzw. der Feuchtigkeit innerhalb des Gesteins. Die Leitfähigkeit des in den Poren der Gesteine und Bodenarten vorhandenen Wassers ist weiterhin abhängig von seinem Gehalt an gelösten Stoffen und deren Dissoziationsgrad. Die Leitfähigkeiten wechseln dementsprechend von fast vollkommenen Isolatoren, wie z. B. Steinsalz, kompaktem Quarz u. dgl., bis zu 1 Ω/cm bei mit Salzwasser hochgradig durchtränkten Sanden und Tonen. Gute Leiter des elektrischen Stromes sind außerdem viele Erze, insbesondere alle diejenigen mit metallischem Glanz, wie Pyrit, Bleiglanz, Kupferkies, Magnetit, einige Manganerze usw., ferner einige sehr kohlenstoffreiche Kohlenarten (Anthrazit) und Graphit. Der letztere Stoff ist auch in manchen Schiefertonen u. dgl. in so großen Mengen fein verteilt enthalten, daß er diesen Gesteinen eine erhebliche mittlere Leitfähigkeit erteilt, was bei der Untersuchung von manchen Erzlagerstätten, welche mit solchen Graphitschiefern vergesellschaftet vorkommen, wohl zu beachten ist.

Für die Untersuchung des Untergrundes mittels künstlich erzeugter elektrischer Ströme kommt sowohl Gleichstrom als auch Wechselstrom innerhalb eines weiten Frequenzbereiches in Frage. Während man den Gleichstrom dem Boden nur durch in den Boden eingesenkte Elektroden zuführen kann und im allgemeinen die Vermessung der Verteilung des Stromes im Untergrunde auch nur mittels Suchelektroden zu bewirken vermag, ist bei der Verwendung von Wechselstrom die Erregung von Arbeitsströmen im Boden auch auf induktivem Wege möglich, indem man am Erdboden eine Schleife auslegt, welche von Wechselstrom durchflossen wird, deren magnetisches Feld dann im Boden durch Induktion ein der Leitfähigkeitsverteilung im Boden und der geometrischen Lage der Sendeschleife entsprechendes Stromsystem induktiv erzeugt. Bei Wechselstrom kann man auch das magnetische Feld der im Boden fließenden Wechselströme mittels Induktionsspulen untersuchen, so daß also das elektrische Wechselstromverfahren eine sehr viel größere Mannigfaltigkeit an Ausbildungsformen ermöglicht. Dadurch wird nicht nur die Anpassung dieses Verfahrens an die unendlich wechselnden Bedingungen der verschiedenen Aufgaben erleichtert, welche uns die Geologie stellt, sondern es ergibt sich auch eine viel größere Mannigfaltigkeit von Bestimmungsgrößen, die der Messung unterworfen werden können. Daher gibt das elektrische Wechselstromverfahren oft tiefere Einblicke in den Bau des Untergrundes als diejenigen, welche das Gleichstromverfahren bietet. Ein schwerwiegender Nachteil liegt dafür allerdings in den mathematischen Schwierigkeiten, welche die Analyse solcher Wechselstromfelder insbesondere in inhomogenen räumlichen Leitersystemen mit sich bringt.

Gleichstromverfahren.

Zur Untersuchung der Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit im Untergrunde mit Gleichstrom wird dieser über hinreichend weit voneinander entfernte Elektroden oder Elektrodensysteme dem Boden zugeführt. Es wird dann das elektrische Feld an der Erdoberfläche mittels zweier Suchsonden ausgemessen, welche über ein hochempfindliches Gleichstrominstrument verbunden sind. Die Suchsonden sind meist als unpolarisierbare Elektroden ausgebildet. Die Ausmessung erfolgt nach dem sogenannten Äquipotentiallinien-Verfahren, bei dem man zunächst von einem Punkte ausgehend der Reihe nach diejenigen Punkte im Gelände im Abstand von einigen 10 bis 20 m aufsucht, welche das gleiche Potential wie der Ursprungspunkt haben, deren Verbindung also keinen Strom erzeugt. Man geht dann in dieser Weise, auf dem gleichen Potential bleibend, längs der Äquipotentiallinie entlang, mißt diese geodätisch und zeichnet sie in die Karte ein. Sodann mißt man von anderen Punkten ausgehend weitere solche

Digitized by Google

Äquipotentiallinien in einem der Aufgabe angepaßten Abstande voneinander. Trotz Benutzung unpolarisierbarer Elektroden ist deren Restspannung neben den natürlichen Erdströmen die Hauptschwierigkeit bei diesem einfachen Verfahren, das infolgedessen heute in der Praxis auch kaum mehr benutzt wird. Bei größeren Untersuchungsgebieten benötigt man außerdem bei der beschränkten Empfindlichkeit tragbarer Gleichstromgalvanometer so starke Stromquellen zur Erzeugung der Bodenströme, daß das Verfahren unwirtschaftlich wird.

Ein anderes Verfahren besteht darin, daß man an einer großen Zahl systematisch über das Feld verteilter Punkte durch ein Kompensationsverfahren die Spannungsdifferenz gegen einen Normalpunkt mißt und dann nachträglich auf der Karte die Linien gleicher Spannung einträgt. Dieses Verfahren wird insbesondere für die Vermessung natürlicher elektrischer Strömungsfelder benutzt, wie sie von manchen Erzvorkommen erregt werden.

Die Schwierigkeiten des Äquipotentiallinien-Verfahrens werden vermieden bei dem sogenannten Wennerschen Verfahren und seinen verschiedensten Abarten. Wenn man, wie das im einfachsten Falle geschieht, längs einer geraden Linie (Abb. 1) vier Elektroden in gleichem Abstand voneinander entfernt anordnet, über die äußeren dem Boden einen Gleichstrom i zuführt und dann zwischen den beiden inneren Punkten die Spannungsdifferenz u bestimmt, so berechnet sich die mittlere Leitfähigkeit des Untergrundes nach der einfachen Formel

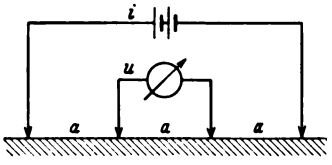


Abb. 1. Elektrodenanordnung beim Wennerschen Verfahren.

$$\lambda = \frac{1}{2\pi} \frac{i}{u\,a},$$

wo a den Abstand der Elektroden untereinander bedeutet.

Über einem vollkommen homogenen Untergrunde bleibt das Verhältnis $i/u\,a$ für wachsende Werte von a gleich. Wenn dagegen nach der Tiefe zu die Leitfähigkeit der Bodenschichten zu- oder abnimmt, so vergrößert sich bzw. verkleinert sich diese Verhältniszahl mit wachsendem a. Aus der Kurve, welche die Abhängigkeit der mittleren Leitfähigkeit λ des Untergrundes von der Entfernung a darstellt, kann man dann die Leitfähigkeitsverteilung im Untergrunde ableiten und die Tiefe der verschiedenen einander im Untergrunde folgenden elektrisch unterschiedlichen Schichten feststellen. Diese einfachste Punktanordnung der Sende- und Meßelektroden wird praktisch von Fall zu Fall in mannigfaltigster Weise abgeändert, wobei sich die mathematischen Beziehungen in einfacher Weise ableiten lassen. Eine Apparatur, welche für solche Messungen geeignet ist, zeigt Abb. 2.

Die inneren Spannungssonden können aus Kupfer gefertigt werden, wenn man in den Meßapparat noch eine besondere Kompensationsvorrichtung zum Ausgleich der natürlichen elektromotorischen Kräfte zwischen den Sonden und dem Erdboden vor dem Einschalten des Meßstromes einbaut. Eine zweite Hauptkompensation mißt diejenige Spannung u, welche durch das Einleiten des Gleichstromes i über die Außenelektrode erzeugt wird. Da bei diesem Verfahren die Meßelektroden weit voneinander entfernt sind, kann man mit verhältnismäßig sehr geringen Strömen, welche von einigen in dem Meßkasten untergebrachten Anodenbatterien erzeugt werden, bis zu 1000 m Tiefe unter sonst günstigen Verhältnissen bequem auskommen.

Das Verfahren hat große Bedeutung gewonnen für die Aufsuchung von Grundwasser bei allen Fragen der Wasserversorgung, für die Kartierung von unterirdischen Salzwasserschichten in Erdölgebieten, zur Aufsuchung der geologisch-tektonischen Struktur, indem man mit Wasser oder Salzwasser durchtränkte Schichten als Leithorizonte benutzt, für die Untersuchung von Seifen-Goldlagerstätten, um die Mächtigkeit des Schotters über dem trockenen festen Grundgebirge festzustellen, für die Beurteilung von Sand- und Kiesvorkommen, welche z. B. für Straßenbauzwecke benötigt werden, für die Untersuchung des Untergrundes für die Gründung von großen Gebäuden, für die Vorbereitung von großen Straßen- und Eisenbahnbauten u. dgl.

Eine weitere wichtige Anwendung hat dieses Verfahren gefunden für die elektrische Untersuchung von Bohrlöchern. Hierbei senkt man in das Bohrloch ein Kabel, an dessen unterem Ende sich die eine Stromsonde befindet. In einiger Entfernung darüber sind in geringem Abstand voneinander zwei Elektroden angebracht, zwischen denen die Spannung durch eine Kompensationsvorrichtung gemessen wird; die andere Stromsonde wird an der Erdoberfläche angebracht. Man kann

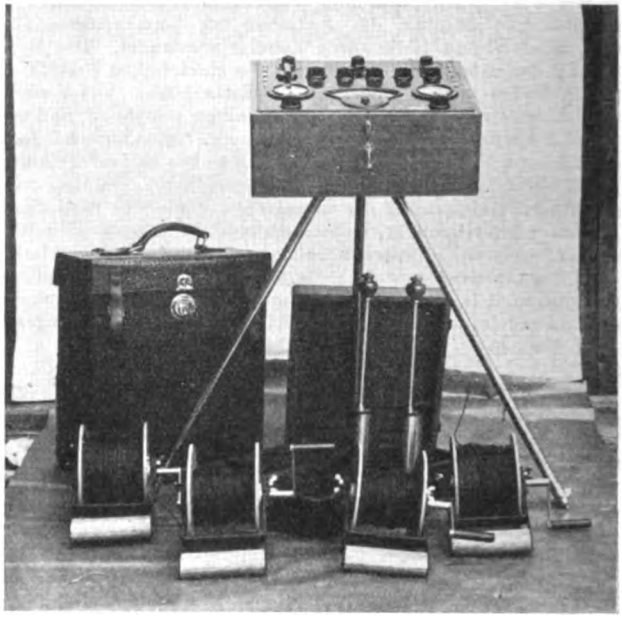


Abb. 2. Meßkasten, unpolarisierbare Elektroden, Kabelrollen, Tragkoffer für elektrische Gleichstrommessungen zum Zwecke der Bodenforschung.

dann, natürlich nur solange das Bohrloch unverrohrt ist, mittels einer einfachen Formel jedesmal die Leitfähigkeit derjenigen Schicht bestimmen, welche zwischen den beiden Spannungssonden liegt, und dadurch wichtige Kenntnisse über die Schichtenfolge gewinnen. Ferner gibt der Vergleich der an verschiedenen einander benachbart gelegenen Bohrungen gewonnenen elektrischen Profile Einblicke in die Tektonik des Untersuchungsgebietes. Die Spannungssonden können gleichzeitig dazu verwendet werden, um etwaige Eigenpotentiale der Schichten, in deren Höhe sie sich befinden, zu messen und dadurch auch gewisse Folgerungen über Strömungserscheinungen in den Schichten zu erlangen, durch welche das Bohrloch geteuft wird.

Das Magnetfeld einer elektrischen Gleichstromverteilung im Boden überlagert sich natürlich dem sehr viel stärkeren magnetischen Erdfeld und bietet infolgedessen der Vermessung erhebliche Schwierigkeiten, so daß dieses Verfahren bisher praktisch über Versuche noch nicht hinausgekommen ist.

Wechselstromverfahren.

Da der Wechselstrom sowohl unmittelbar als auch auf induktivem Wege in den Boden übertragen werden kann, so finden beide Erregungsarten in umfangreichster Weise Anwendung, je nach dem Zweck der Untersuchung. Eine induktive Komponente wird natürlich auch bei der unmittelbaren Zuleitung von den Leitungen zwischen dem Generator und den Feldelektroden hervorgebracht. Der Strom ist in den räumlichen Leitern des Untergrundes daher stets elliptisch polarisiert, d. h. sowohl der elektrische als auch der magnetische Vektor rotiert auf dem Umfang einer Ellipse. Eine solche elektrische oder magnetische Vektorellipse wird in jedem Fall durch sechs Bestimmungsgrößen gegeben, z. B. durch Streichen und Einfallen der Ebene der Schwingungsellipse, durch das Einfallen der großen Achse der Ellipse, durch die Länge der beiden Ellipsenachsen und durch die Phase, mit welcher der Vektor die große Ellipsenachse durchläuft. Eine solche Beschreibung ist für die Messung im allgemeinen besonders günstig, während man für die mathematische Behandlung den Schwingungsvorgang am einfachsten durch

Digitized by Google

seine drei rechtwinkeligen Komponenten beschreibt. Jede Komponente ist eine lineare Sinusschwingung, deren Amplitude und Phase angegeben werden müssen, wodurch wiederum die sechs Bestimmungsgrößen festliegen. An der Erdoberfläche vermindern sich diese Größen um zwei, insofern als dort die Schwingungsellipse des elektrischen Vektors mit der Erdoberfläche zusammenfallen muß.

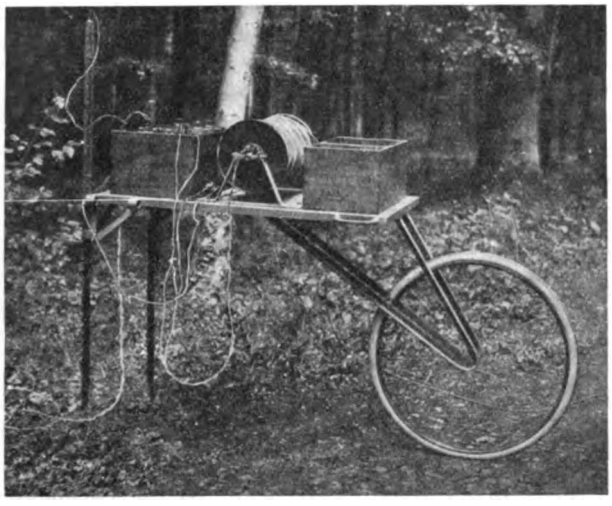


Abb. 3. Kompensationsgerät, Kabelrolle, Vierröhrenverstärker auf Einradkarren zur vollständigen Vermessung des elliptisch polarisierten elektromagnetischen Feldes der Bodenströme.

Zur vollständigen Kenntnis des elektromagnetischen Feldes der Bodenströme muß man also zehn oder gar zwölf Bestimmungsgrößen des elektromagnetischen Feldes an jedem Meßpunkt ausmessen. In der Praxis begnügt man sich allerdings im allgemeinen mit einer zweckmäßigen Auswahl, da die vollständige Messung oft zu viel Zeit in Anspruch nehmen würde, um mit dem wirtschaftlichen Zweck der Untersuchungen vereinbarlich zu sein.

Ein Gerät zur vollständigen Vermessung des elliptisch polarisierten elektromagnetischen Feldes der Bodenströme zeigt Abb. 3; die erforderlichen Instrumente sind hier auf einem Meßkarren aufgebaut. Einem Wechselstrom-Kompensationsgerät wird eine Abzweigung des in die Erde unmittelbar oder durch Induktion hineingesandten Wechselstromes zugeführt. Die am Boden abgegriffenen Spannungsdifferenzen bzw. die in einem Induktionsrahmen (Abb. 4) induzierten Spannungen werden nach Amplitude und Phase mit der Vergleichspannung verglichen. Ein Verstärker ermöglicht genaueste Feststellung der Kompensation durch Kopffernhörer bei Anwendung nur weniger hundert Watt Sendeenergie auch in Untersuchungsgebieten von vielen Quadratkilometern Oberfläche und bis zu großen Tiefen. Dabei ist allerdings eine große Anzahl von Vorsichtsmaßregeln zu beachten, um die Zuverlässigkeit der Messungen zu sichern, da ja das ganze Gerät mitten in dem zu untersuchenden Felde sich befindet und somit in allen seinen Teilen kapazitiv und induktiv beeinflußt wird, ohne daß man auch nur die Möglichkeit hätte, auf eine neutrale Erdung zurückzugehen.

In der Praxis vereinfacht man dieses Verfahren oft, indem man entweder die sogenannten Äquipotentiallinien aufsucht, d. h. zunächst von einem beliebigen Punkte längs einer Linie von Punkten fortschreitet, zwischen denen ein zwischen zwei Sonden über einen Verstärker eingeschaltetes Telephon ein Tonminimum ergibt gegenüber jeder anderen Richtung der Punkte gegeneinander. Infolge des elliptischen Feldes kann man den Strom natürlich niemals voll zum Verschwinden bringen. Es ist auch nicht richtig, diese Linie als Äquipotentiallinie zu bezeichnen, wie das im älteren Schrifttum geschehen ist, vielmehr erhält man auf diese Weise nur die Schmiegungslinien der kleinen Achsen der elektrischen Schwingungsellipsen, die infolgedessen auch nicht in ihrer ganzen Ausdehnung der gleichen Phase der Schwingungen angehören. Trotzdem kann man aus diesen Kurvensystemen Vorhandensein und Lage gut leitender Einlagerungen im Untergrunde oft sehr gut erkennen.

Bei der Ausmessung des magnetischen Feldes geht man im allgemeinen so vor, daß man zunächst Streichen und Einfallen der Ebene der Schwingungsellipse feststellt, indem nur in dem Falle, daß die Ebene des Induktionsrahmens genau mit dieser Schwingungsebene zusammenfällt, die Spule vollständig induktionsfrei bleibt. Sodann dreht man die Induktionsspule um eine zu ihrer Schwingungsebene senkrecht stehende Achse und findet die beiden um 90 ° zueinander gedrehten Richtungen der kleinen und großen Achse der Schwingungsellipse durch das Minimum bzw. Maximum des im angeschlossenen Telephon erzeugten Geräusches.

Man kann dann weiterhin noch das Intensitätsverhältnis der beiden Achsen etwa nach dem Parallel-Ohm-Verfahren[1]) oder durch ein über einen Gleichrichter angeschlossenes Galvanometer feststellen. Die wahre Amplitude und insbesondere die Phasenlage der beiden Achsen läßt sich aber natürlich nur durch vollständige Kompensation gegen einen Normalstrom, wie oben gezeigt, ableiten. Zahlreiche andere Vereinfachungen der vollständigen Vermessung sind für Sonderzwecke vorgeschlagen und durchgeführt worden. Die einen führen den Strom über Feldelektroden in kleiner Entfernung voneinander dem Boden zu und vermessen die Gestalt des Feldes im Raum außerhalb der Sendeanlage. Die anderen, und das dürfte im allgemeinen weit zweckmäßiger sein, legen die Sendeelektroden möglichst weit auseinander, um innerhalb des kräftig von Strom durchflossenen Innenraumes die Stromverteilung ausmessen zu können. Bei der induktiven Zuführung des Stromes zum Untergrunde benutzen die einen eine große, ausgedehnte Schleife, in deren Inneren das Untersuchungsgebiet liegt. Andere nehmen ebenso große Sendeschleifen, messen aber im Außenraum der Schleife, weil dort das Feld homogener ist. Wieder

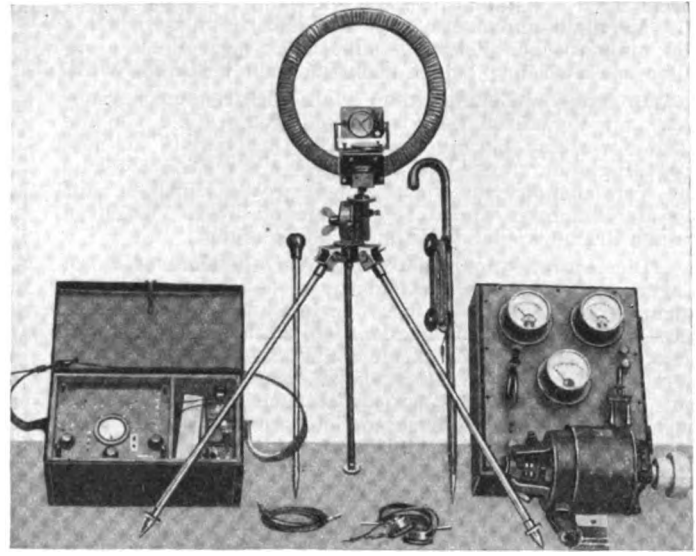


Abb. 4. Wechselstromgenerator, Schalttafel, Suchsonden, Meßrahmen, Verstärker und Fernhörer für elektrische Bodenuntersuchungen mit Wechselstrom.

andere benutzen ganz kleine, von starkem Strom durchflossene Sendeschleifen und messen natürlich im Außenraum. Im allgemeinen darf man sagen, daß die Tiefenwirkung der Verfahren um so größer wird, einen je größeren räumlichen Umfang der Aufbau der Sendeanlage umfaßt.

Die Frequenz, mit welcher gemessen wird, beträgt im allgemeinen etwa 500 Hz. Zur Verminderung der Hautwirkung gehen manche auf niedrigere Frequenzen zurück, obwohl dadurch hinsichtlich der Induktionserscheinungen ein bedeutender Nachteil erwächst. Andere wiederum be-

[1]) Dem Telephon wird ein Widerstand parallel geschaltet und dieser so lange vermindert, bis der Ton im Telephon gerade unter die Schwelle der Hörbarkeit sinkt.

Digitized by Google

nutzen, um mit besonders einfachen Empfangsgeräten auszukommen, sehr hohe Frequenzen, doch dürfte hierbei die Tiefenwirkung im allgemeinen viel zu gering werden. Die Hauptsache ist auch hier, daß man sich auf Grund der Erfahrung den Eigentümlichkeiten der vorliegenden Aufgabe und dem Zweck der Messungen möglichst gut anpaßt, so daß Regeln kaum gegeben werden können. Im allgemeinen dürfte etwa die oben genannte mittlere Frequenz benutzt werden.

Eine große Anzahl von Vorschlägen beruht auch auf Differenzmessungen zwischen den Feldgrößen an benachbarten Punkten, indem man entweder zwei abgegriffene Spannungsdifferenzen an der Erdoberfläche oder die Induktion an zwei gleichgeformten, in einiger Entfernung voneinander aufgestellten Meßrahmen hinsichtlich ihrer Intensität oder auch gelegentlich hinsichtlich ihrer Phase vergleicht. Für Sonderfälle haben sich solche Verfahren auch gut bewährt.

Sowohl die Art des Aufbaues der Sendeanlage als auch die Verteilung der Meßpunkte im Gelände richtet sich natürlich ganz nach den geologischen Verhältnissen. Bei der Aufsuchung von Erzlagerstätten z. B., die linsen- oder schlauchförmig sind und meistens vorzugsweise senkrecht sich erstrecken, pflegt man ein Gebiet flächenhaft mit Meßpunkten zu überdecken. Durch Vergleich des durch die Einlagerungen gestörten Feldes mit einem Normalfelde über ungestörtem Boden sucht man die gesuchten störenden Einlagerungen zeichnerisch oder rechnerisch aufzufinden und örtlich festzulegen. In anderen Fällen, z. B. bei der Aufsuchung von Grundwasserhorizonten, insbesondere in wüstenhaften Gebieten, pflegt man die Meßpunkte längs einzelner linearer Profile zu verteilen, welche meist senkrecht zu der als Rechteck oder Kreis angelegten Sendeschleife gelegt werden. Durch die Überlagerung des primären von der Sendeschleife ausgehenden magnetischen Feldes mit dem von guten Leitern im Untergrunde induzierten sekundären Magnetfeld erhält man längs solcher Profillinien dann einen für den Bau des Untergrundes jeweils kennzeichnenden Gang der elliptischen Struktur des elektromagnetischen Feldes. Manche messen das elliptische Feld vollständig, andere wiederum vergleichen nur die Vertikalkomponente mit der Horizontalkomponente des magnetischen Vektors, wobei u. U. noch die Phasendifferenz zwischen beiden Komponenten bestimmt wird.

In früherer Zeit hat man auch Hochfrequenzmessungen und Verfahren der drahtlosen Telegraphie für die Bodenforschung herangezogen. Da aber bereits kleinste Leitfähigkeitsunterschiede in der Nähe der Erdoberfläche bei Verwendung von Hochfrequenz große Einflüsse auf die Messungen gewinnen, so ist man von diesen Verfahren in der Praxis wieder vollständig abgegangen.

Die Anwendungsgebiete der Wechselstromverfahren liegen insbesondere in Erzfeldern, wo es sich um die Aufsuchung von leitenden Mineralien in Gängen oder Lagern handelt. Hier sind außerordentlich große Erfolge in der Praxis erzielt worden. Auch zur Wassersuche insbesondere in wüstenhaften Gebieten ist dieses Verfahren sehr gut geeignet. Gelegentlich ist es auch für die Wassersuche in oberflächlich feuchten Gebieten angewendet worden, wobei indessen die starken Induktionsströme in den oberflächlichen Schichten und die Inhomogenität der Leitfähigkeitsverteilung in diesen sehr stört. In solchen Fällen ist das oben beschriebene Gleichstromverfahren nach Wenner oder eines seiner Abarten im allgemeinen nicht nur einfacher, sondern auch sehr viel wirtschaftlicher.

Mit der Ausmessung der räumlichen Verteilung der elektrischen Eigenschaften in der Erdrinde erschöpft sich indessen die Verwertung der Elektrizität für die Zwecke der Bodenforschung durchaus nicht. Fast alle anderen Untersuchungsverfahren benutzen elektrotechnische Hilfsmittel in so ausgedehntem Umfange, daß dafür nur einige besonders anschauliche Beispiele gebracht werden sollen.

So wird die drahtlose Nachrichtenübermittlung z. B. bei den Messungen über die Störungen, welche das natürliche Schwerefeld an der Erdoberfläche durch besonders leichte (Salzstöcke in Erdölgebieten) oder besonders schwere Einlagerungen (Erzlagerstätten, magmatische Massen) erfährt, mittels Pendelapparaten dazu benutzt, um die Schwingungen eines Normalpendels an die Aufstellungsorte der an den einzelnen Meßpunkten angeordneten Pendelapparate zu übertragen. Durch diese Verfeinerung der Vergleichung der Schwingungsdauern der Pendel konnte eine erhebliche Erhöhung der Meßgenauigkeit erreicht werden zugleich mit einer bedeutenden Senkung der Arbeitskosten, so daß dieses Verfahren durch Einsatz der drahtlosen Zeitübertragung überhaupt erst wirtschaftlich verwertbar wurde.

Interessant ist vom elektrischen Standpunkte aus die Entwicklung der seismischen Bodenforschung. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von elastischen Bodenwellen, welche durch Sprengungen erzeugt werden, ist von den elastischen Eigenschaften der Gesteine und von dem Schichtenbau des Untergrundes abhängig. Erzeugt man durch eine Explosion an einer Stelle Erderschütterungen und verzeichnet sie an einer Anzahl von Beobachtungspunkten mittels Seismographen, die etwa entlang einer geraden Profillinie aufgestellt sind, so kann man eine Laufzeitkurve zeichnen, welche die Laufzeit der Bodenwellen in Abhängigkeit der Entfernungen zwischen dem Sprengpunkt und dem Aufnahmeort darstellt. Wie man aus solchen Laufzeitkurven den Aufbau des Untergrundes im einzelnen dann ableitet, braucht hier nicht erörtert zu werden. Das Verfahren leistet zur Erforschung von Erdölfeldern, zur Untersuchung des Untergrundes für große Ingenieurbauten usw. infolge der außerordentlich großen Genauigkeit der Tiefenbestimmungen, die man dabei mittels neuzeitlicher Geräte erzielen kann, vortreffliche Dienste.

Anfänglich benutzte man zur Aufzeichnung der Erschütterungen an jedem Beobachtungspunkte je einen Seismographen, bei dem die Bewegung der Masse gegen die Grundplatte rein mechanisch-optisch vergrößert wurde. Die Sprengzeit wurde durch den Luftschall der Explosion auf das Aufnahmegerät übertragen. Die Meßgenauigkeit war gering, die Zeitübertragung unsicher, und man benötigte für jeden Beobachtungspunkt einen oder zwei Mann zur Bedienung der Geräte. Die Messungen brauchten viel Zeit, die Personal- und Transportkosten waren sehr groß. Die geringe Empfindlichkeit der Aufnahmegeräte zwang zum Einsatz riesiger Sprengstoffmengen, wenn man größere Tiefen erreichen wollte.

Heute hat die Ausnutzung der elektrotechnischen Hilfsmittel das Verfahren gänzlich umgestaltet. Kleine, leichte, wasserdicht eingeschlossene Empfänger werden an den einzelnen Aufnahmestellen aufgestellt oder in Bohrungen eingehängt, welche die mechanischen Erschütterungen in gleichgeformte Schwankungen eines elektrischen Stromes umwandeln. Dabei werden die Induktionserscheinungen in Spulen innerhalb eines starken Magnetfeldes, Mikrophonkontakte, piezoelektrische Effekte, Kapazitätsschwankungen zwischen gegeneinander bewegten Kondensatorplatten usw. ausgenutzt. Die elektrischen Abbildungen der elastischen Erschütterung werden dann von einer größeren Anzahl, meist etwa 6 Empfangstationen über schnell verlegte leichte Kabel an ein zentral aufgestelltes Schreibgerät übertragen, wo sie unmittelbar nebeneinander von Saitengalvanometern oder Oszillographen auf den gleichen Filmstreifen aufgezeichnet werden. Siebkreisschaltungen u. dgl. dienen dazu, die Schwingungskurven von störenden Komponenten zu befreien. Ein einziger Beobachter überwacht und bedient die ganze Meßeinrichtung von dieser Zentralstation aus. Die Zeit der Sprengung wird über eine einfache Telephonleitung oder drahtlos mit höchster Genauigkeit auf den gleichen Filmstreifen übertragen, auf welchem außerdem Zeitmarken mittels elektromagnetischer Stimmgabeln, Leuchtröhren usw. in kurzen Abständen aufgezeichnet werden, um alle Zeitdifferenzen mit größter Genauigkeit ablesen zu können. Zweckmäßige Wahl der Empfänger, Verstärkung der abbildenden Ströme mittels Röhrenverstärker usw. erhöhen die Empfindlichkeit und Trennschärfe der Geräte so stark, daß man die benötigten Sprengstoffmengen ganz erheblich verringern konnte. Hierdurch wurde das Verfahren auch wirtschaftlich auf eine andere Stufe gestellt und seine Anwendung in großem Umfange in der Praxis ermöglicht.

Abb. 5 zeigt ein solches neuzeitliches Gerät, bei dem die Empfänger nach dem piezoelektrischen Prinzip arbeiten und daher keine bewegten Massen enthalten, deren Eigenfrequenz die Transformation der elastischen Wellen in Stromschwankungen beeinträchtigen könnte. Sechs Empfänger, in wasserdichte und druckfeste Hülsen eingebaut, stehen im Vordergrunde, rechts daneben die 6 Kästen, welche die Verstärkerelemente, Batterien, Schalter usw. enthalten. Dahinter ist das Registriergerät zu sehen, bei dem sechs voneinander unabhängig regelbare Saitengalvanometer nebeneinander angeordnet sind, die

Digitized by Google

auf den gleichen Filmstreifen schreiben. Daneben steht die Hauptschalttafel, welche zur Fernschaltung und Überwachung der Empfänger sowie zur Feinregelung ihrer Empfindlichkeit dient und außerdem die Einrichtungen in ihrer unteren Hälfte enthält, die zur halbselbsttätigen

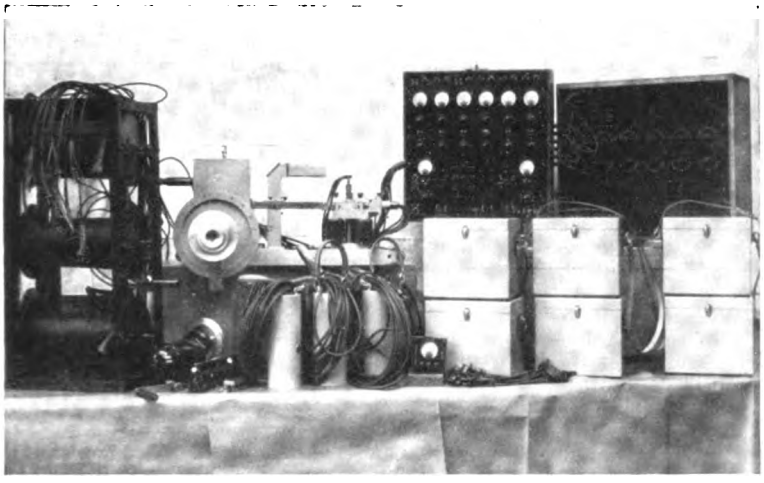


Abb. 5. Vollständiges Gerät für seismische Bodenuntersuchungen nach dem Piezo-Quarz-System.

Bedienung des Schreibgerätes während der Aufnahmen nötig sind. Ganz rechts steht die Analysenschalttafel, die 12 Gruppen einstellbarer Schwingungssysteme enthält, um unerwünschte Schwingungskomponenten unter- oder oberhalb einstellbarer Grenzfrequenzen von der Aufzeichnung ausschließen zu können.

Wie man sieht, beherrscht jetzt die Elektrotechnik das ganze Instrumentarium, vereinfacht seine Bedienung, erhöht Empfindlichkeit und Genauigkeit und senkt die Kosten der Messungsarbeiten auf einen Bruchteil der früher benötigten Aufwendungen. Auch die instrumentelle Ausrüstung ist dabei sogar wesentlich billiger geworden.

Zum Schluß möge nur noch ein Wunsch ausgesprochen werden: die meisten geophysikalischen Verfahren sind in Deutschland entstanden oder wenigstens durch deutsche Geophysiker maßgeblich ausgebaut. Seit Jahren haben sie aber vorzugsweise nur im Ausland Interesse und erfolgreichste Anwendung gefunden. In Deutschland selbst übten diejenigen Kreise, denen die Anwendung der Verfahren größten Nutzen hätte bringen können, bedauerliche Zurückhaltung. Es wäre ohne jeden Zweifel von großer Wichtigkeit für die schnelle Erschließung unserer deutschen Bodenschätze, für den Ausbau einer gesunden Wasserversorgung von Städten und Landgemeinden, für die Vorbereitung von Straßen-, Grund- und Wasserbauten, für die Planung von Ent- und Bewässerungsanlagen und vieler anderen Aufgaben, bei denen Zusammensetzung und Aufbau der obersten Erdschichten eine Rolle spielen, wenn man endlich auch in Deutschland den geophysikalischen Aufschlußverfahren die Beachtung schenken würde, welche sie verdienen und welche sie im Auslande sich schon weitgehend durch erfolgreiche Mitarbeit erringen konnten.

Über Schutzleiter für Schutzschaltung.

Von Ing. F. Dittrich, Tetschen a. d. E.

Übersicht. Bei der Anwendung der Schutzschaltung ist darauf zu achten, daß die Fehlerstromspule nicht kurzgeschlossen und dadurch wirkungslos werden kann. Durch unbeabsichtigte Ableitungen von der Schutzleitung vor der Spule zur Erde mit selbst verhältnismäßig hohem Widerstand kann schon die Abschaltung in Frage gestellt werden. Mit Sicherheit kann dies nur bei isolierter Verlegung der Schutzleitung vermieden werden.

Wenn auch über die tatsächlich gebotene Sicherheit der verschiedenen zulässigen Schutzmaßnahmen gegen Berührungspannungen die Meinungen noch recht geteilt sind, so scheint doch der Schutzschaltung ein immer mehr steigendes Interesse entgegengebracht zu werden. Anderseits bestehen bei der Anwendung dieses Schutzes noch verschiedene Unklarheiten und zum Teil gegensätzliche Anschauungen, die zu Mißerfolgen führen können. Zu diesen strittigen Punkten — wohl einer der wichtigsten — gehört die blanke oder isolierte Verlegung der Leitungen, die zu dem Schutzschalter führen. Nach § 16 der Leitsätze L.E.S. 1, VDE 0140/1932 ist darauf zu achten, daß die Fehlerstromspule nicht unabsichtlich kurzgeschlossen werden kann, so daß am Anfang und Ende der Fehlerstromspule gleichzeitig das gleiche Potential besteht, was sowohl das Erdpotential als auch das Berührungspotential sein kann. Nähere Angaben, wie dies zu verhüten ist, werden in den Leitsätzen nicht gemacht, und hierbei ist die blanke oder isolierte Verlegung des Schutzleiters von Wichtigkeit. Die Folge ist, daß die verschiedenen Elektrizitätswerke in ihren Anschlußbedingungen die Verlegung dieser Schutzleitung verschieden fordern. Nachstehend wird gezeigt, wie sich die blanke Verlegung der Schutzleitung auswirken kann.

In dem grundsätzlichen Schaltbild der Schutzschaltung (Abb. 1) ist A der zu schützende Anlageteil. Der Widerstand der Fehlerstromspule einschließlich des Widerstandes von der Ableitungstelle der Schutzleitung bis zur Fehlerstromspule, des Erdübergangs- und der etwaigen Erdableitungswiderstände der Hilfserdung ist r_2. Zur Vereinfachung der Rechnung werden die Einzelwiderstände von r_2 nicht gesondert eingeführt. Dieser Summenwiderstand r_2 wird bei der Spannung u_2 vom Strom i_2 durchflossen, bei dem die Abschaltung erfolgt. Falls durch irgendwelche später zu besprechende Umstände eine Ableitung von der Schutzleitung zur Erde erfolgt, so ergibt

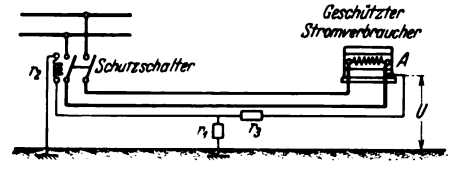


Abb. 1.

sich eine Stromverzweigung von A über r_2 und r_1, worin r_1 der parallel zur Spule liegende Widerstand der Ableitung ist. r_1 und r_2 ist der Widerstand r_3 der Schutzleitung vorgeschaltet. Unter Umständen kommt hierzu noch ein weiterer Widerstand, den die Leitung zwischen der Ableitung und der Fehlerspule besitzt, der nicht berücksichtigt wird. Es bestehen dann die Beziehungen:

$$u_1 = u_2 = U - i_3 r_3 = U - r_3 \left(\frac{u_1 r_2 + u_2 r_1}{r_1 r_2} \right)$$

$$u_1 = u_2 = u$$

$$u\,(1 + r_3) \left(\frac{r_1 + r_2}{r_1 r_2} \right) = U$$

und für die Spannung u an den Klemmen der Fehlerstromspule:

$$u = \frac{U}{1 + r_3 \dfrac{r_1 + r_2}{r_1 r_2}}.$$

Berechnet man für eine bestimmte Berührungspannung, z. B. $U = 50$ V, und für die angenommenen Leitungswiderstände $r_3 = 1$ und $10\,\Omega$ und die Ableitungs-

Digitized by Google

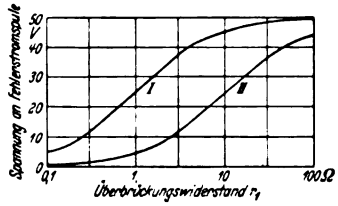
widerstände $r_1 = 0{,}1$, 1, 10 und 100 Ω sowie einen Widerstand der Fehlerstromspule von $r_2 = 300\,\Omega$ die verbleibende Spannung u an der Fehlerstromspule, welche praktisch gleich der Spannung an den Endpunkten der ganzen Reihenschaltung für r_2 ist, so ergeben sich die in Zahlentafel 1 zusammengestellten Werte. Der Widerstand der Hilfserdung wurde dabei einmal mit 0 Ω und ferner mit 300 Ω eingesetzt, was gleichbedeutend mit einer Erhöhung von r_2 auf 600 Ω ist.

Zahlentafel 1.

r_1 Ω	100		10		1		0,1	
r_3 Ω	1	10	1	10	1	10	1	10
u (Volt) b. Hilfserde = 0 Ω	49,4	44,1	45,3	24,6	24,7	4,5	4,5	0,5
u (Volt) b. Hilfserde = 300 Ω	49,4	44,8	45,4	24,8	25,0	4,5	4,5	0,5

Diese Werte für u sind in Abb. 2 über r_1 (logarithmische Abszisse) aufgetragen, und zwar nur die Werte für die Hilfserde gleich 0. Die Werte für eine Hilfserde von 300 Ω sind nur um wenige Zehntel höher. Der Einfluß des Hilfserdungswiderstandes auf die Auslösespannung ist also ganz geringfügig, vielleicht der größte Vorzug der Schutzschaltung gegenüber anderen Schutzmaßnahmen.

Zahlentafel 1 und Abb. 2 lassen erkennen, daß am Anfang und am Ende der Spule nicht das gleiche Potential besteht, sondern daß zwischen Anfang und Ende die Spannung u herrscht. Der zur Fehlerspule parallel geschaltete Ableitungswiderstand $r_1 \gtrless 100\,\Omega$ wird keine praktisch sich auswirkende Verringerung der Spannung u an der Fehlerspule gegenüber der abzuschaltenden Berührungsspannung U haben (Kurve *I*), sofern der Widerstand der Schutzleitung $r_3 \lessgtr 1\,\Omega$ ist. Der Wert von rd. 1 Ω wird im allgemeinen bei den vorgeschriebenen Querschnitten und den vorkommenden Längen der Schutzleitungen angenähert erreicht werden. Würde jedoch r_3 den Wert von 10 Ω annehmen (Kurve *II*), so wird selbst bei $r_1 = 100\,\Omega$ die Spule nur noch rd. 44 statt 50 V erhalten, also die Auslösung des Schutzschalters in Frage gestellt sein.



I Widerstand der Schutzleitung = 1 Ω
II „ „ „ = 10 Ω

Abb. 2.

Wenn aber der Ableitungswiderstand geringere Werte annimmt, z. B. $r_1 = 10\,\Omega$, so ist selbst bei dem niedrigen Schutzleitungswiderstand von $r_3 = 1\,\Omega$ die Spannung an der Spule nur rd. 45 V, die Abschaltung wird also ebenfalls zweifelhaft. Nimmt der Ableitungswiderstand noch niedrigere Werte als 10 Ω an, so ist die Auslösung durch die auf 50 V eingestellte Spule unmöglich. Daran ändert sich auch nichts, wenn die Auslösung statt auf 50 auf 24 V eingestellt würde, da die Auslösespannung um denselben prozentualen Wert wie bei der höheren Spannung zurückgeht.

Die Ausführungen zeigen, daß die Auslösespannung und damit die Sicherheit der Abschaltung sowohl von dem Widerstand der Schutzleitung als auch von dem Widerstand einer vorhandenen Ableitung vor der Spule zur Erde abhängig ist. Es kann somit durch die Verbindung r_1 zwischen dem Anfang der Fehlerstromspule und ihrem Ende ein verhältnismäßig hoher Widerstand bestehen, der bewirkt, daß an den Enden der Spule doch noch eine Potentialdifferenz auftritt, die aber nicht groß genug ist, um die Spule zur Wirkung zu bringen. Im allgemeinen darf dieser Widerstand nicht geringer als 100 Ω sein.

Der Widerstand der Schutzleitung wird im allgemeinen den Wert von etwa 1 Ω unter normalen Betriebsverhältnissen und bei gewissenhafter Montage kaum überschreiten. Im Laufe der Zeit kann er aber eine Erhöhung durch Oxydation der Kontakte in Dosen, Klemmen usw. erfahren, wie dies in feuchten, durchtränkten und ähnlichen Räumen möglich ist. Bei mangelhafter Montage können Lockerungen in den Verbindungsstellen eintreten, insbesondere bei Erschütterungen, Stößen usw. Es kann durch derartige Einflüsse schließlich zu einer vollständigen Unterbrechung der Schutzleitung kommen, die nur selten bemerkt werden wird und auch durch die Prüftaste am Schutzschalter nicht feststellbar ist.

Ableitungen des durch eine Berührungspannung bedingten Stromes in der Schutzleitung vor der Fehlerstromspule sind bei Verlegung eines blanken Schutzleiters in feuchten und nassen Räumen (chemischen Fabriken, Färbereien, Fleischereien, Waschküchen) leicht möglich, so daß der kritische Wert von $r_1 \approx 10\,\Omega$ leicht erreicht bzw. unterschritten werden kann. Eine Herabsetzung der zur Auslösung der Spule notwendigen Potentialdifferenz kann z. B. eintreten bei der nachträglichen Verlegung oder Instandsetzung von Wasser- und Gasleitungen, Erdungsleitungen für Schwachstromanlagen, Rundfunk usw., wenn diese mit der blank verlegten Schutzleitung mehr oder weniger guten Kontakt erhalten.

Aber selbst bei isolierter Verlegung der Schutzleitung kann die Fehlerstromspule wirkungslos werden. Benutzt man z. B. für einen elektrischen Herd die Wasserleitung als Hilfserde für den Schutzschalter, so kann folgendes eintreten: Besitzt die Wasserleitung elektrische Verbindung mit Eisenkonstruktionsteilen oder anderen Rohrleitungen des Gebäudes, was oft der Fall ist, und bekommt der Herd zufällig oder auch durch die Aufstellung bedingte leitende Verbindung mit diesen anderen Rohrleitungen oder Eisenkonstruktionen, so wird die Fehlerstromspule durch den Widerstand der Eisenkonstruktion oder sonstigen Rohrleitungen unwirksam. Eine solche Ableitung ist jedoch unbedingt vorhanden, wenn der betreffende Herd auch Dampf- oder Gasheizung oder Wasserleitungszapfstellen besitzt. Abb. 3 zeigt schematisch diese Verhältnisse für einen elektrischen Herd, der gleichzeitig an ein Wasser-, Dampf- oder Gasleitungsnetz angeschlossen ist. Die strichpunktierte Linie entspricht der die Fehlerstromspule kurzschließenden Verbindung durch das Rohrleitungsnetz oder die guten Erdungswiderstände verschiedener Rohrnetze. Auch bei solchen Herden, die mit Kohlenherden mit Warmwasserleitung zusammengebaut sind, ist dies der Fall. Dasselbe tritt ein, wenn elektrische Kochgeräte, Bügeleisen usw. mit Schutzschaltung, deren Hilfserde an die Wasserleitung angeschlossen ist, auf einen mit Gas-, Dampf- oder Wasserleitungsanschluß versehenen Herd abgestellt werden. Um in solchen Fällen die Schutzschaltung anwenden zu können, müßten die Dampf-, Wasser- und Gasleitungen des Herdes elektrisch isoliert angeschlossen werden, was bei Gasanschluß mittels eines Gummischlauches leicht zu erreichen ist.

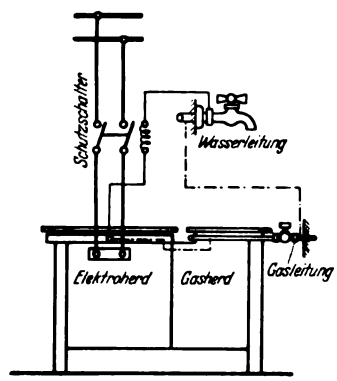


Abb. 3.

Allerdings ist es in solchen Fällen möglich, daß durch die Ableitung, die ja schließlich einer Erdung des Herdes gleichkommt, die betreffende Sicherung oder der Selbstschalter die Stromzuführung unterbricht, vorausgesetzt, daß sowohl die Übergangswiderstände als auch der Widerstand der Wasserleitung gegen Erde hinreichend gering ist und auch die Sicherung bzw. der Selbstschalter bei dem auftretenden Erdstrom tatsächlich abschalten können. Jedenfalls ist aber dann sowohl die Schutzschaltung als auch die unbeabsichtigte Erdung des Schutzleiters unzuverlässig, so daß es zweckmäßiger sein dürfte, statt der Schutzschaltung einen sicheren Erdungschutz anzuwenden oder zu nullen, wenn alle Nullungsbedingungen sicher zu erfüllen sind.

Ähnliche Verhältnisse können sich ergeben bei blank verlegten Schutzdrähten in Metallrohren, blanken Schutzleitern in Rohrdrähten und kabelähnlichen Leitungen, wenn die Rohre oder Eisenkonstruktionen in gute elektrische Verbindung mit dem Rohrdraht oder dem Bleimantel kommen. Auch bei schutzgeschalteten, mit Pumpen zusammengebauten Motoren, die durch die an die Pumpe anschließenden Rohrleitungen meist unbeabsichtigt ziemlich gut geerdet sind, kann selbst bei isolierter Verlegung der Schutzleitung die Fehlerstromspule mehr oder weniger kurz-

Digitized by Google

geschlossen werden. Dasselbe ist der Fall bei schutzgeschalteten eisernen Schaltkästen u. ä., die an Eisenkonstruktionen befestigt sind und oft zufolge ihres Aufbaues über die Fundamente und die an den Konstruktionen befestigten Rohrleitungen unbeabsichtigt gute Erdungen besitzen.

Bei günstigen Abschaltbedingungen einer solchen unbeabsichtigten Erdung des Motors bzw. Schaltkastens kann dann die Abschaltung durch die Sicherungen oder Selbstschalter erfolgen.

Um bei Pumpenantrieben die unbeabsichtigte Erdung des Motors aufzuheben bzw. zu verschlechtern, kann man in die Rohrleitungen Rohrstücke aus Isolierstoff oder isolierende Flanschen und Muffen einbauen. Ganz abgesehen von der Widerstandsfähigkeit solcher Teile gegen höhere Drücke, Wärme, Kälte und chemische Einflüsse führt dies bei zu fördernden gut leitenden Flüssigkeiten oder, wenn sich in den Isolierteilen leitende Ablagerungen bilden, nicht immer zum Ziele. Weniger schwierig ist es, Schaltkästen usw. mit einfachen Mitteln isoliert an Eisenkonstruktionen zu befestigen.

Durch auftretende Nebenschlüsse zur Fehlerspule bzw. Ableitungen in der Schutzleitung zur Erde wird auch durch die Schutzleitung bis zu der Ableitungsstelle ein höherer Strom fließen als wenn keine Ableitung erfolgen würde. Durch diesen kann unter Umständen eine Überlastung der mit vorschriftsmäßigem Querschnitt verlegten Schutzleitung eintreten, ohne daß infolgedessen, insbesondere bei Stromverbrauchern mit mehr als 10 A, die Sicherung oder der Selbstschalter abschaltet, so daß schließlich eine gefährlich hohe Berührungspannung längere Zeit bestehen bleiben kann.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß die Schutzleitung isoliert zu verlegen ist, obwohl auch die isolierte Verlegung nicht unter allen Umständen einen Kurzschluß der Fehlerspule ausschließt. Die isolierte Verlegung der Hilfserdleitung kann jedoch die Isolierung des Schutzleiters nicht ersetzen. Dagegen ist die Gefahr eines nachträglichen Kurzschlusses der Spule im Betriebe bei blanker Verlegung weit größer. Bei isolierter Verlegung hingegen werden sich solche Kurzschlüsse in der Regel schon bei der unbedingt notwendigen Prüfung der Schutzschaltung vor der Inbetriebnahme zeigen, so daß Abhilfe geschaffen werden kann, was meist gleichbedeutend mit der Verwendung anderer Schutzmaßnahmen sein wird. Aus diesem Grunde verlangt u. a. die BEWAG, Berlin, in ihrem ausgedehnten Versorgungsgebiet die isolierte Verlegung des Schutzleiters. Die blanke Verlegung der Hilfserdleitung kann jedoch keine nachteiligen Folgen für die sichere Arbeitsweise der Schutzschaltung haben.

Leitungsbauten in Oberägypten.

Von Dipl.-Ing. S. **Hammel**, Mannheim.

Im Jahre 1930 wurde von der ägyptischen Regierung der Bau verschiedener Hochspannungsleitungen im Nildelta und in Oberägypten ausgeschrieben. Aufgabe dieser Leitungen ist, Pumpstationen, die die fruchtbaren Landesteile zur Erhöhung des Ernteertrages und zur Erzielung einer mehrmaligen Ernte be- und entwässern, mit elektrischer Energie zu versorgen.

Abb 1. Kraftwerk Edfu und ein Mast der Nilkreuzung (66 kV).

Die oberägyptischen Leitungen, deren Ausbau die Brown, Boveri & Cie. AG. in Mannheim im Verein mit der General Electric Co. in London übertragen erhielt, haben insgesamt eine Länge von 130 km. Sie wurden für eine Betriebspannung von 66 000 V gebaut und bringen die in dem Dampfkraftwerk Edfu erzeugte Energie zu den verschiedenen Pumpstationen. Vom Kraftwerk aus führt eine Doppelleitung über den Nil. Ein System dieser Leitung verläuft dann in nördlicher Richtung bis Sibaya zur Versorgung von drei Pumpstationen, während das andere System in südlicher Richtung weiter verläuft bis nach Silwa. In Silwa kreuzt die Leitung wieder den Nil und verläuft von hier ab auf der rechten Nilseite bis nach Daraw. Der südliche Teil der Leitung versorgt insgesamt zehn Pumpstationen mit elektrischer Energie.

Abb. 1 zeigt einen Blick von der linken Nilseite nach dem Kraftwerk Edfu mit dem rechten Kreuzungsmast der 66 000 V-Leitung. Die Spannweite der Nilkreuzung an dieser Stelle beträgt rd. 720 m. Da mit Rücksicht auf die hohen Segel der Nilfahrzeuge zwischen höchstem Wasserspiegel und größtem Seildurchhang ein Abstand von mindestens 45 m gefordert wurde, mußten die Kreuzungsmaste mit einer Höhe von rd. 90 m gebaut werden. Sie haben an der Erdaustrittstelle eine Spreizung von rd. 15 m. In den Nilkreuzungen wurden Cadmium-Bronzeseile von rd. 70 mm² Querschnitt verlegt. Die übrige Leitung wurde mit 50 mm²-Kupferseil ausgerüstet.

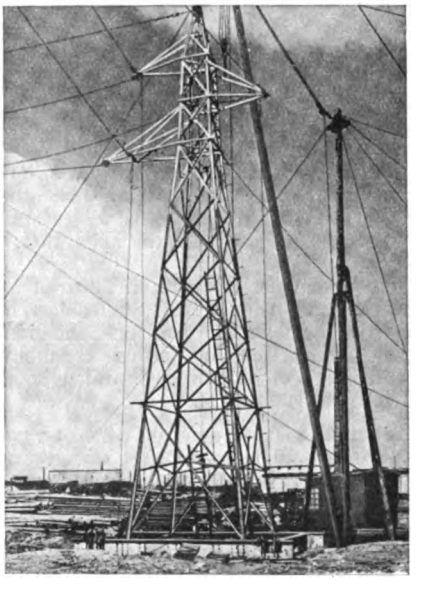


Abb. 2. Endabspannmast auf dem Prüfstand.

Die Maste wurden in zugeschnittenen und gelochten Stäben angeliefert und an Ort und Stelle ohne besondere Gerüstbauten aneinandergeschraubt und hochgebaut. Auf die Erzielung der Standsicherheit der Maste mußte ganz besondere Rücksicht genommen werden, da die Maste teilweise im Überschwemmungsgebiet stehen.

Digitized by Google

Nach den Vorschriften der ägyptischen Regierung sollten alle Mastarten auf einem besonderen Prüfstand mit den Belastungen untersucht werden, für die sie unter Berücksichtigung des jeweils vorgeschriebenen Sicherheitsfaktors bemessen waren. Nach der Entlastung durften die Maste keinerlei Verformung aufweisen. Trotzdem es außerordentlich schwierig ist, das tatsächliche Verhalten von Eisenkonstruktionen, die zusammengeschraubt oder zusammengenietet werden, bei Vermeidung jeglicher Materialverschwendung, voraus zu berechnen, haben sämtliche Versuche, die unter Aufsicht der ägyptischen Regierung in Deutschland durchgeführt wurden, die Richtigkeit der Rechnungen erwiesen (vgl. Abb. 2).

Die durch Dampfboote auf dem Nil beförderten Baustoffe wurden am Nilufer in der Nähe der Verwendungsstelle ausgeladen und mußten von dort auf Kamelrücken oder in Segelbarken bis zur Baustelle bzw. bis zum nächsten Lagerplatz befördert werden. Das Gewicht der für 200 m Spannweite berechneten Tragmaste betrug rd. 1,1 t, das der gewöhnlichen Abspannmaste rd. 1,4 t. Schwierigkeiten bereitete der Aufbau an Ort und Stelle. Die Temperatur im Baugebiet betrug während der Bauzeit bis zu rd. 45 ° C im Schatten. Die Baustoffe, wie Eisenkonstruktionen und Kupferseile, nahmen in den Mittagstunden eine Temperatur bis zu 70 bis 80 ° C an. Zum Bau der Leitung wurden deutsche Bauleiter und deutsche Stammonteure nach Oberägypten entsandt. Alle übrigen Arbeitskräfte wurden an Ort und Stelle eingestellt.

Soweit die Pumpwerke auf derselben Seite wie die Hochspannungsleitung liegen, wurden sie unmittelbar über Freiluftanlagen angeschlossen. Abb. 3 zeigt ein solches Freiluftumspannwerk im Bau. Die auf der anderen Nilseite liegenden Pumpanlagen werden über 3300 V-Kabel versorgt, die jeweils aus einem Stück bestehen, da die ägyptische Regierung Unterwasserkabelmuffen nicht zugelassen hatte. Infolgedessen kamen Kabellängen von etwa 1000 m zur Verlegung, deren Anfuhr zur Verwendungstelle und Verlegung im Flußlauf hohe Anforderungen stellte, da die Arbeiten mit unvollkommenen Mitteln und größtenteils ungeschultem Personal ausgeführt werden mußten.

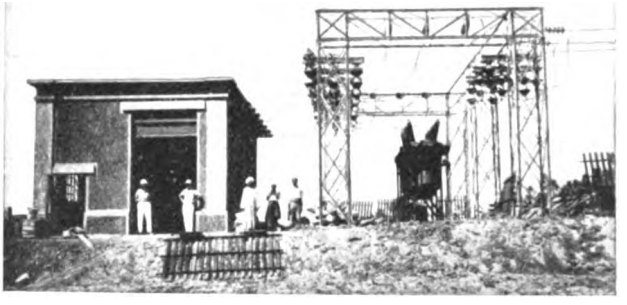


Abb. 3. Freiluft-Umspannwerk im Bau.

Die Schwierigkeiten konnten gemeistert werden, da sich das Zusammenarbeiten mit den ägyptischen Regierungstellen glatt und reibungslos gestaltete und das Verhältnis zwischen Auftraggeber und Unternehmer recht angenehm beeinflußte.

Nachdem die Garantiezeit ohne jede Beanstandung nunmehr abgelaufen ist, erschien ein kurzer Bericht über die außergewöhnlichen Arbeiten an dieser Stelle angebracht.

Die öffentliche Stromversorgung Mähren-Schlesiens ČSR.

Von Dr.-Ing. **Ottokar Knab**, Orlau.

Übersicht. Es wird über die Elektrizitätsgesellschaften und inre Kraftwerke, sowie deren Verbindungen und Stromverteilnetze berichtet. Es werden die Strom- und Dampfverbrauchszahlen für 1934 angeführt, ebenso die Verkaufspreise. Alle Werte gelten für Ende des Jahres 1934. Es werden auch die größten Eigenkraftwerke angeführt.

1. Allgemeines. Das Land Mähren und der zur Tschechoslowakei gehörende Teil Schlesiens bilden eine Verwaltungseinheit benannt Mähren-Schlesien mit der Verwaltung in Brünn; es hat einen Flächeninhalt von 26 724 km² und laut Volkszählung im Jahre 1930 eine Einwohnerzahl von 3 565 000 (Abb. 1).

2. Elektrizitätsgesellschaften. Die Elektrisierung Mähren-Schlesiens erfolgt durch drei gemeinnützige Elektrizitätsgesellschaften. Nach dem Gesetz vom 22. VII. 1919 ist zu 60 % an den Gesellschaften der Staat, das Land und die Gemeinden und zu 40 % das Privatkapital beteiligt. Das Land Mähren-Schlesien umfaßt 3325 Gemeinden, davon sind 2282, d. h. 68 %, elektrisiert.

Die Stromversorgung West- und Südmährens erfolgt durch die Westmährischen Elektrizitätswerke AG — WEAG — in Brünn. Ihr Versorgungsgebiet (Abb. 1) überschreitet an zwei Stellen die Landesgrenze, nach Böhmen und in die Slowakei. Den Grad der Elektrisierung der Gemeinden und der Bevölkerung Ende 1934 zeigt Zahlentafel 1. Die Gesellschaft besitzt das Wärmekraftwerk Oslawan, das Kraft-Fernheizwerk Brünn und das Wasserkraftwerk Frain an der Thaya in Südmähren.

Die Stromversorgung Mittel- und Nordmährens und des nördlichsten Teiles von Westschlesien erfolgt durch die Mittelmährischen Elektrizitätswerke AG. — MEAG — in Prerau (Näheres Zahlentafel 1). Die Gesellschaft besitzt das Wärmekraftwerk Prerau, zur Hälfte ist sie am Hochdruckdampfkraftwerk Střebowitz — Třebovice — bei Mährisch-Ostrau beteiligt, ferner besitzt sie das Wärmekraftwerk Sandhübel in Westschlesien und das Wasserkraftwerk Kremsier an der March.

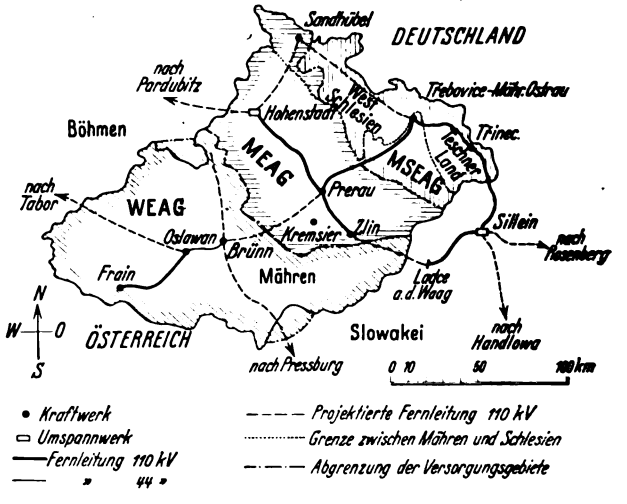


Abb. 1. Mährenschlesien, seine Unterteilung in die einzelnen Versorgungsgebiete; seine wichtigsten Kraftwerke und Hochspannungs-Fernleitungen.

Die Stromversorgung Westschlesiens, des Teschner Landes und des dazwischenliegenden Teiles von Nordmähren erfolgt durch die Mährisch-Schlesischen Elektrizitätswerke AG. — MSEAG — in Mährisch-Ostrau. Die MSEAG besitzen gemeinsam mit den MEAG das Hochdruckdampfkraftwerk Třebovice mit einer installierten Leistung von 45 500 kW. Sie beziehen vertragsgemäß außer von Třebovice, noch Strom von den Eigenkraftwer-

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Grad der Elektrisierung.

Elektrizitätsgesellschaft	Aktienkapital Mill RM	staatlicher Anteil am Aktienkapital Mill RM	installierte Leistung kW	im Jahre 1934 verkauft Mill kWh	Heizdampf t	Flächeninhalt des Versorgungsgebietes km²	Zahl der Gemeinden	Zahl der Einwohner	Elektrisierte Gemeinden	Elektrisierte Einwohner	Länge des Primärnetzes km	Länge des Sekundärnetzes km
WEAG	5	0,84	82 000	110	350 000	13 800	1725	1 665 000	1119	1 077 000	3310	3170
MEAG	5,35	1,4	22 500	60	—	8 620	1090	1 100 000	740	775 000	2420	2200
MSEAG ...	3,35	0,9	45 500	60	—	4 304	510	800 000	275	562 000	1240	1000
insgesamt	13,70	3,14	150 000	230	350 000	26 724	3225	3 565 000	2134	2 414 000	6970	6370

Zahlentafel 2. Kraftwerke.

Elektrizitätsgesellschaft	Kraftwerk	Dampfdruck at abs.	erzeugte Spannung V	Primärnetzspannung kV	Fernleitungsspannung kV	installierte Leistung kW	im Werk investiert Mill RM	sonstige Angaben
WEAG	Oslawan	17	6400	22	44/110	47 000	amortisiert	
	Brünn	66	6300	22	44	24 000	8	Kraft-Fernheizwerk Heizdampfdruck 10 at abs. Länge der Heizfernleitung 15 km.
	Frain	(35 m) Gefälle	6300	22	110	11 000	2	Francis-Wasserturbinen 35 m Gefälle (normal). Frainer Talsperre 130 Mill m³ Fassung.
MEAG	Prerau	17	6300	22	110	20 500	amortisiert	
MSEAG	Třebovice	135	6300	22	110	45 500	10	Kraftwerk Třebovice gehört zur Hälfte der MEAG. Hat Dreizylinder-Höchstdruckturbinen je 21 000 kW.
insgesamt						148 000	20	

ken Ignazschacht der Berg- und Hüttengesellschaft mit 42 000 kW Leistung, vom Karolinenschacht der Witkowitzer Steinkohlengruben mit 60 000 kW Leistung und von der Koksanstalt Franzschacht der Nordbahngruben mit 42 000 kW Leistung, alle in Mährisch-Ostrau.

Von den Eigenkraftwerken größerer Leistung ist noch zu nennen das Kraftwerk des Eisenwerkes Witkowitz mit 30 000 kW Leistung, des Eisenwerkes in Třinec mit 25 500 kW Leistung, das des Steinkohlenbergbaues Orlau-Lazy in Suchau (Teschnerland) mit 21 000 kW installierter Leistung, das Kraftwerk des Großindustriellen Larisch in Karwin (Teschnerland) mit 13 000 kW installierter Leistung, das Wilczek'sche Kraftwerk in Schlesisch-Ostrau mit 5200 kW installierter Leistung und schließlich das Kraftwerk der Schuhfabrik Bata in Zlin in Mittelmähren mit einer Leistung von 30 000 kW.

3. Stromlieferung im Jahre 1934. In ganz Mähren-Schlesien wurden durch die öffentlichen Elektrizitätsgesellschaften 230 Mill kWh verkauft (Zahlentafel 1).

Die MSEAG bezogen die Hälfte ihres Stromverbrauches, d. h. 30 Mill kWh, von den oben genannten Eigenkraftwerken. Die Stromlieferungsverträge stammen noch aus einer Zeit, da das Großkraftwerk Třebovice noch nicht bestand, desgleichen noch nicht die Fernleitung von Prerau nach Mährisch-Ostrau. Nach Ablauf dieser Verträge werden die MSEAG ihren ganzen Strombedarf in Střebowitz decken.

Die WEAG in Brünn hat vom Brünner Fernheizwerk 350 000 t Heizdampf verkauft.

Die Strom- und Dampfpreise erzielten im Jahre 1934 für den Kleinverbrauch die Durchschnittswerte: Für Beleuchtung 32 Pf, für Kraftstrom 19 Pf und für Heizstrom 10 Pf je kWh. Der Preis für Heizdampf schwankte zwischen 0,44 bis 0,9 Pf je kg Nutzheizdampf.

Es ergab sich in diesem Jahre eine Verzinsung der Aktienkapitale (Dividende) bei der WEAG von 6 %, den MEAG und MSEAG von je 4 %.

4. Die Kraftwerke. Eine Zusammenstellung der den gemeinnützigen Elektrizitätsgesellschaften Mähren-Schlesiens gehörenden Großkraftwerke samt Angaben über Betriebsdampfdruck bzw. Wassergefälle, erzeugte Stromspannung, Spannung des Primärnetzes, Spannung der Fernleitungen und Angaben des Baupreises der neuen Kraftwerke bringt Zahlentafel 2. Der höchste Betriebsdampfdruck in Mähren-Schlesien ist 135 at, Temperatur 500 °.

Im Versorgungsgebiet der WEAG (Abb. 1) ist das Wärmekraftwerk Oslawan zum Teil veraltet, es arbeitet nicht wirtschaftlich. Das Werk leidet unter Wassermangel, ist nicht steigerungsfähig, es trägt die Grundlast des Versorgungsgebietes der WEAG. Mit Brünn, dem Hauptverbraucher, ist Oslawan durch eine 44 kV-Doppelleitung verbunden. Diese für die Tschechoslowakei anormale Fernleitungspannung stammt, wie die Anfänge des Kraftwerkes Oslawan, aus der Vorkriegszeit. Allgemein sind in der Tschechoslowakei 110 kV als Fernleitungspannung eingeführt. Das Brünner Kraft-Fernheizwerk ist eine hochwirtschaftliche Einrichtung der gesamten Kraftversorgung Mähren-Schlesiens. Der Dampfkesseldruck ist 66 at abs, Temperatur 425 °, der Heizdampfdruck ist 10 at abs. Das Heizwerk leistet 100 t je Stunde, hat eine ebenso große Reserve wegen der von ihm versorgten empfindlichen Textilbetriebe. Die Heizfernleitungen sind für 275 t Dampf je Stunde bemessen, bei einer Länge von 15 km. Wegen der hohen Wirtschaftlichkeit des Kraftfernheizwerkes trägt es die Hauptlast. Im Winter übernimmt es auch die Spitzenleistung. Es soll in nächster Zeit wegen des steigenden Heizdampfbedarfes zufolge weiterer Anschlüsse der Brünner Textilindustrie erweitert werden. Das Wasserkraftwerk Frain liegt an der gleichnamigen Talsperre mit einem Fassungsraum von 130 Mill m³; zwei Francisturbinen nutzen das Gefälle von 35 m. Der Strom wird in einer Fernleitung von 110 kV mit einer Länge von 50 km nach Oslawan geleitet. Die Fernleitung kostet 1 Mill RM. Bei Hochwasser übernimmt Frain die Spitzenleistungen. Es ist aber ganz im allgemeinen als Spitzenkraftwerk gebaut und muß diese Rolle jederzeit übernehmen können. Die Talsperre wurde zu Meliorationszwecken errichtet.

Das Wärmekraftwerk Prerau der MEAG stammt aus der Vorkriegszeit, es ist veraltet. Das Hochdruckdampfkraftwerk Třebovice ist gemeinsamer Besitz der MEAG und der MSEAG, es hat einen Betriebsdampfdruck von 135 at und 500 ° Dampftemperatur, ist hochwirtschaftlich und reiht diesbezüglich unter den Wärmekraftwerken gleich hinter dem Kraftheizwerk Brünn. Von Třebovice führt eine 110 kV-Fernleitung über Prerau nach Hohenstadt in Nordmähren. Ihre Länge ist 143 km, ihr Preis 3 Mill RM. In Hohenstadt ist ein Umspannwerk mit Transformatoren von 30 000 kVA Leistung. In Prerau hat die Fernleitung eine Abzweigung nach Zlin. Der MEAG gehören ferner das Wärmekraftwerk Sandhübel von 1000 kW und das Wasserkraftwerk Kremsier a. d. March von 1000 kW. Die MSEAG besitzen eine Fernleitung 110 kV von Třebovice über Třinec nach Sillein, in der Nordslowakei. Ihre Länge ist 115 km, ihr Preis 2 Mill RM. In Sillein ist ein Um-

Digitized by Google

spannwerk mit Transformatoren von 9000 kVA Leistung. Das Umspannwerk gehört den Vereinigten Elektrizitätswerken AG in Sillein.

5. Das Stromversorgungsnetz. Die Zahlentafel 1 bringt die Längen der Primär- und Sekundärnetze. In ganz Mähren-Schlesien waren Ende 1934 6970 km Primärleistung und 6370 km Sekundärleistung vorhanden.

6. Endergebnis. Aus vorstehendem geht hervor, daß das Gebiet Mähren-Schlesien derzeit noch in zwei in sich abgeschlossene Stromnetze zerfällt, Süd- und Westmähren und Mittel- und Nordmähren und Schlesien. Der Norden ist zufolge der großen Eigenkraftwerke bedeutend reicher an Maschinenleistung als der Süden. An eine Vergrößerung der Kraftwerke im Nordteil wird z. Z. nicht gedacht, weil ein Bedarf nicht vorhanden ist. Zufolge des Rückganges der Beschäftigung in den Berg- und Hüttenwerken des Ostrau-Karwiner Gebietes ging auch der Stromverbrauch zurück, es ist daher dort ein Überschuß an Maschinenleistung vorhanden. Anders ist es in Süd- und Westmähren. Dort erwartet man eine Vergrößerung des Stromabsatzes innerhalb fünf Jahre auf das Doppelte. Auch der Absatz an Heizdampf steigt. Diesem wachsenden Strom- und Heizdampfbedarf hofft man dort durch den Ausbau des Brünner Kraft-Fernheizwerkes und des Frainer Wasserkraftwerkes teilweise gerecht werden zu können.

Feststellungen über Mehrfach-Blitzentladungen an amerikanischen Hochspannungsleitungen.

Verschiedene amerikanische Hochspannungsleitungen sind mit einer besonderen Art von Schutzfunkenstrecken an den Isolatorenketten ausgerüstet, die den bei einem Überschlag nach Erde fließenden Strom innerhalb einer Halbwelle unterbrechen. Dadurch wird eine Leitungsauslösung verhütet, die sonst wegen der Sternpunkterdung in diesen Anlagen unvermeidlich wäre. Diese Schutzfunkenstrecken[1]) (expulsion protective gaps) haben ein enges Rohr, in dem der Überschlag innen stattfindet und infolge des hohen inneren Überdruckes sofort unterbrochen wird.

Neuerdings hat man das Ansprechen dieser Schutzfunkenstrecken bei Blitzeinschlägen auf zwei 132 kV- und einer 110 kV-Leitung überwacht, indem man die 3 Leiterströme mit besonders ausgebildeten Oszillographen aufgenommen hat[2]). Das verzögerungsfreie Arbeiten dieser Oszillographen hat man dadurch erreicht, daß der lichtempfindliche Streifen dauernd umläuft, die Meßschleifen dauernd eingeschaltet sind und eine besonders gebaute Lampe (Kraterlampe) über ein gittergesteuertes Entladungsgefäß von der Überspannung auf der Leitung in Betrieb gesetzt wird[3]). Die Lampe ist gasgefüllt, hat eine kraterförmige Lichtquelle und erreicht in der Anordnung die erforderliche Lichtstärke in wenigen Mikrosekunden. Die Lampe brennt dann während einer einstellbaren Zeit von einigen Sekunden, worauf sie durch ein Relais ausgeschaltet und gleichzeitig der umlaufende Streifen stillgesetzt wird. Mit dieser Einrichtung ist eine ganze Reihe von Oszillogrammen gelungen, deren Auswertung einen Rückschluß auf die zeitliche Aufeinanderfolge der Funkenstreckenentladungen gestattet. Bei einer rd. 200 km langen Leitung werden von 39 aufgezeichneten Vorgängen durch Gewittereinwirkungen (als ein Vorgang ist entweder eine Einzel- oder eine Reihe zusammenhängender Mehrfachentladungen bezeichnet) 20 % als Mehrfachentladungen gedeutet. Aus den Ergebnissen glaubt man entnehmen zu können, daß die Neigung zu Mehrfachentladungen nicht bei allen Gewittern in gleichem Maße vorhanden ist und daß Einschläge mit einer großen Zahl von Teilentladungen seltener sind als solche mit nur wenigen. Die längste Zeit einer Mehrfachentladung betrug rd. 0,65 s, die kürzeste rd. 0,04 s. Der größte zeitliche Abstand zwischen 2 Teilentladungen betrug nach den Aufnahmen rd. 0,16 s und der kürzeste rd. 0,017 s. Danach müßten also die Schutzfunkenstrecken an den Isolatorenketten imstande sein, zwei in diesem kurzen Abstand aufeinanderfolgende Entladungen nach Erde hin einwandfrei zu unterbrechen.

Von den insgesamt in den Leitern der beiden 132 kV-Leitungen aufgezeichneten 83 Stromstößen setzten 54 bei positivem und 22 bei negativem Augenblickswert der Leiterspannung ein. Bei 7 war der Augenblickswert der Spannung 0. Das wird als bevorzugte Überschlaggefährdung der Leiter gedeutet, die im Augenblick des Einschlages gerade positive Spannungswerte haben. Es wird darauf hingewiesen, daß dies ganz im Einklang mit dem starken Überwiegen der Blitzeinschläge steht, die negative Wolkenladung zur Erde ableiten. Zur Bestätigung hat man auch Stoßüberschlagversuche im Laboratorium durchgeführt und dabei diesen vermuteten Zusammenhang bestätigt gefunden. Bei diesen Versuchen waren 3 Kappenisolatoren am einen Ende unmittelbar und am anderen über einige 1000 Ω Widerstand geerdet. Auf das unmittelbar geerdete Ende wurde eine negative Stoßspannung und auf das andere Ende eine Wechselspannung von 20 kV Effektivwert gegeben (Fall eines Masteinschlages). Ohne die Wechselspannung betrug die Stoßüberschlagspannung 350 kV; bei Wechselspannung an der Kette lag die Stoßüberschlagspannung 16 % unter diesem Wert, wenn der Augenblickswert der Wechselspannung gerade positiv war, und 16 % über diesem Wert bei negativem Augenblickswert der Wechselspannung.

Aus der Veröffentlichung geht leider nicht einwandfrei hervor, welche Vorstellung man sich von den Mehrfachentladungen gemacht hat, d. h. ob es sich dabei um wiederholte Einschläge in ein und dieselbe Stelle der Leitung handelt oder ob die Einschlagstelle bei den einzelnen Teilentladungen verschieden sein kann. Es ist nichts darüber gesagt, ob zu dieser sehr wichtigen Frage irgendwelche Feststellungen möglich waren oder gemacht worden sind. Die Oszillogramme sagen ja schließlich nur etwas über die zeitliche Aufeinanderfolge des Ansprechens der Schutzfunkenstrecken an den 3 Leitern aus, jedoch nichts darüber, ob die einzelnen Stromstöße einer Mehrfachentladung vom Ansprechen ein und derselben Schutzfunkenstrecke herrühren.

Dieser Einwand ist auch in der Aussprache über einen der Berichte[2]) gemacht worden. Dabei ist auch noch auf die Möglichkeit hingewiesen worden, daß das mehrfache Ansprechen von Funkenstrecken auch eine Folgeerscheinung wiederholter Rückwürfe (Reflexionen) der ausgelösten Wanderwellen auf den Leitern sein könnte. Es ist weiter hervorgehoben worden, daß durch diese Oszillogramme eine ganze Reihe von Fragen über den Blitzvorgang selbst erneut aufgeworfen worden ist. Auf Mehrfachentladungen wird nicht nur aus aufgenommenen Oszillogrammen, sondern auch aus den Blitzaufnahmen von Schonland[4]) mit umlaufenden Aufnahmegeräten und aus den Kathodenstrahl-Oszillogrammen Norinders[5]) geschlossen, ohne daß über die Natur dieser Mehrfachentladungen bisher Endgültiges feststeht. In Fortsetzung der obenerwähnten Versuche mit künstlichen Stoßspannungen ist auch untersucht worden, ob die Augenblickswerte der Leiterspannungen gegen Erde im Sinne einer Auswahl bei unmittelbaren Leiterseileinschlägen wirken. Man hat dabei aber kein eindeutiges Ergebnis erhalten (was nach Ansicht des Berichters wohl mit darauf zurückzuführen ist, daß man bei solchen künstlichen Einschlagversuchen die natürlichen Verhältnisse doch nicht vollkommen genug nachbilden kann). *Gd.*

[1]) H. A. Frey u. E. M. Skipper, J. Amer. Inst. electr. Engr. 49 (1930) S. 393 und Electr. Engng. 50 (1931) S. 499.

[2]) K. B. Mc. Eachron, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1633 und Aussprache dazu 54 (1934) S. 332 und S. 444.

[3]) W. A. Mc. Morris, M. A. Rusher u. J. H. Hagenguth, Gen. electr. Rev. 37 (1934) S. 514; Bericht auf S. 591 dieses Heftes.

[4]) B. F. J. Schonland und H. Collens, Proc. Royal Soc., Lond., Reihe A, 143 (1934) S. 654 u. Trans. South African Inst. electr. Engr. 25 (1934) S. 124.

[5]) H. Norinder, ETZ 56 (1935) S. 393.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Die Luftleitfähigkeit an Blitzeinschlagstellen. — M. C. Dauzère hat 1929[1]) die Theorie aufgestellt, daß Blitze von den Punkten der Erdoberfläche angezogen werden, an denen die Ionisation der Luft größer ist als in der Umgebung und an denen die negativen Ionen stark überwiegen. Zur Nachprüfung dieser Anschauung hat G. Viel mit einem Gerdien-Gerät und einem Wulffschen Fadenelektrometer umfangreiche Messungen an solchen Stellen eines ausgedehnten 30- und 55 kV-Netzes durchgeführt, die nach den Betriebsaufzeichnungen schon wiederholt von Blitzeinschlägen betroffen worden sind[2]). Die Meßeinrichtungen waren auf einem Schnellastwagen aufgebaut, um schnell von einer zur anderen Meßstelle zu kommen und so den Einfluß der zeitlichen Schwankungen der Luftleitfähigkeit auf die Meßergebnisse nach Möglichkeit auszuschalten.

Gemessen wurde jeweils die Leitfähigkeit für die positiven und die negativen Ionen, und zwar an verschiedenen Tagen unter ungleichen Witterungsbedingungen. Die Messungen ergaben durchweg an den von Blitzeinschlägen betroffenen Stellen eine größere Gesamtleitfähigkeit der Luft als an den nicht getroffenen Punkten. Die Verhältniszahlen beider Werte schwanken zwischen 1,18 und 3,7. Auch war an den Blitzeinschlagstellen die negative Luftleitfähigkeit im allgemeinen größer als die positive. Es gab aber auch Fälle, wo dieses Verhältnis umgekehrt war.

Aus den Messungen wird der Schluß gezogen, daß die Theorie von Dauzère richtig ist. Die aus den Betriebsaufzeichnungen bekannten Einschlagstellen, an denen gemessen worden ist, lagen teils in sehr stark radioaktivem Gelände oder nahe bei Trennschichten verschiedener Bodenarten oder bei Quellen. Die höhere Leitfähigkeit an diesen Stellen wird auf eine höhere radioaktive Strahlung zurückgeführt. Auch über Kohlenflözen in Bergwerksgebieten wurde eine höhere Luftleitfähigkeit gemessen. (G. Viel, Rev. gén. Électr. Bd. 36, S. 837.) *Gd.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein komplexer Wechselstromkompensator. — S. L. Burgwin beschreibt einen komplexen Wechselstromkompensator (Abb. 1), bei dem die beiden zur Kompensation der zu prüfenden Spannung U_X dienenden Teilspannungen U_1, U_2 dargestellt werden durch zwei um 90 ° gegeneinander phasenverschobene und in bezug auf Größe und Richtung einzeln regelbare EMKe, die in den Sekundärspulen S_1'', S_2'' zweier in der Kopplung stetig veränderbarer eisenfreier Transformatoren M_1, M_2 induziert werden, deren Primärspulen S_1', S_2' von zwei um 90 ° in der Phase gegeneinander verschobenen Strömen I und I_1 durchflossen werden. Um ohne Zuhilfenahme von Stromwendern bequem in allen Quadranten arbeiten zu können, sind als Transformatoren zwei gleichartige, astatisch geschaltete Drehspulvariatoren für gegenseitige Induktion vorgesehen, die kontinuierlich veränderbare Teilspannungen (U_1 und U_2) positiven und negativen Vorzeichens zwischen Null und dem Höchstwert einzustellen und an entsprechend geeichten Skalen unmittelbar abzulesen gestatten. Diese Anordnung, die bereits 1925 angegeben wurde[3]), vermeidet mechanisch empfindliche Teile, wie Meßdrähte, Schleifkontakte usw., und hat den großen Vorzug, daß diejenigen Teile, an denen U_1 und U_2 abgenommen werden, von den übrigen Teilen des Gerätes vollkommen isoliert sind. Infolgedessen hält sich der Einfluß von kapazitiven Störströmen in vernachlässigbaren Grenzen, und es sind besondere Vorsichtsmaßregeln (elektrostatische Abschirmungen u. dgl.) nicht erforderlich.

Zur Erzeugung der 90 °-Phasenverschiebung zwischen den Strömen I und I_1 wird eine (frequenzabhängige) aus den Widerständen R_3, R_4 und einer gegenseitigen Induktivität M_3 (mit Eisenkern) bestehende Kunstschaltung benutzt, die über einen neuartigen Phasenregler (L, R_L, C, R_C), einen Thermokreuz-Strommesser A nebst Meßwandler T und einen Spannungsteiler R', R'' mit der Stromquelle verbunden ist. Als Nullinstrument N ist für niedere Frequenzen ein auf die Grundwelle abgestimmtes Vibrationsgalvanometer und für mittlere Frequenzen ein

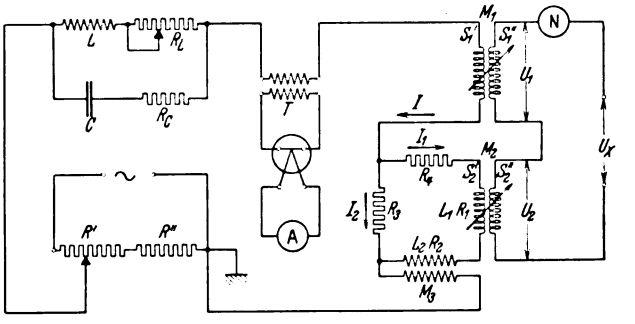


Abb. 1. Komplexer Wechselstromkompensator mit zwei in der Kopplung stetig veränderbaren eisenfreien Transformatoren, deren Primärwicklungen von zwei um 90° gegeneinander phasenverschobenen Strömen durchflossen werden.

Telephon vorgesehen. Der aus der in Abb. 1 gekennzeichneten Stromverzweigung gebildete, mit einphasigem Wechselstrom arbeitende Phasenregler (L, C und R_C sind fest, während R_L veränderbar ist) ermöglicht, die Phase des den Kompensator durchfließenden Gesamtstromes I, also die Phasenlage des Kompensator-Achsenkreuzes, stetig um ungefähr 150 ° zu verschieben, ohne daß sich dabei die Stromstärke I ändert. Die Theorie der erwähnten 90 °-Kunstschaltung und des Phasenreglers wird am Schluß der Arbeit mitgeteilt, und es wird darauf hingewiesen, daß der beschriebene Kompensator für Eisenuntersuchungen und Verlustmessungen an Kondensatoren besonders geeignet ist. (S. L. Burgwin, Electr. Engng. Bd. 53, S. 108.) *Ggr.*

Schleifenoszillograph mit Neonlichtquelle. — Bei der Prüfung von Überspannungsableitern in Hochspannungsnetzen sollte der dem Blitzschlag nachfolgende Betriebstrom aufgezeichnet werden. Der rasch verlaufende Wanderwellenvorgang einer solchen Störung kann nur mit einem leistungsfähigen Kathodenoszillographen erfaßt werden, der selbsttätig[1]) durch die Wanderwelle in Betrieb gesetzt wird. Für die Niederschrift des Reststromes durch den Ableiter genügt ein Schleifenoszillograph. Der Reststrom hat eine sehr kurze Lebensdauer. Er erlischt schon beim nächsten Nulldurchgang der Stromwelle. Zur selbsttätigen Aufzeichnung solcher kurzdauernder Schaltvorgänge wurde für den Schleifenoszillographen eine durch den Meßvorgang steuerbare Lichtquelle entwickelt. In bekannter Weise[2]) steigern die Verfasser die Leuchtdichte einer Neonlampe, indem sie die Gasentladung durch einen engen Kanal einschnüren. Dadurch wurde eine kleine Fläche so hoher Leuchtdichte erzielt, daß sie zur Niederschrift auf einen rotempfindlichen Film ausreichte.

Die Neonlichtquelle wurde in einen handelsüblichen Sechsschleifen-Oszillographen eingebaut. Die sechs Meßschleifen werden an die zu untersuchenden Fernleitungen angeschlossen, die Filmtrommel zum Umlauf gebracht und im übrigen der Oszillograph schreibbereit gehalten. Lediglich die Beleuchtung der Meßschleifen fehlt. Tritt eine Störung auf einer Leitung auf, so wird dadurch das Gitter einer Elektronenröhre angestoßen und die Neonlampe ge-

[1]) M. C. Dauzère, Bull. Soc. franç. Électr. 9 (1929) 4. Folge, S. 575.

[2]) Vgl. entsprechende deutsche Messungen: G. Lehmann, ETZ 53 (1932) S. 980.

[3]) W. Geyger, Arch. Elektrotechn. 14 (1925) S. 566; vgl. auch W. Geyger, Jb. drahtl. Telegr. u. Teleph. 34 (1929) S. 223; Arch. Elektrotechn. 23 (1930) S. 447; Arch. techn. Mess. J 94—1, Jan. 1932, Bild 10 u. 11.

[1]) W. Krug, ETZ 51 (1930) S. 605 und Elektrotechn. u. Maschinenb. 49 (1931) S. 233; ferner M. Freundlich, Dissertation T. H. Berlin 1933.

[2]) ETZ 51 (1930) S. 889.

Digitized by Google

zündet. Da die Aufbauzeit der Gasentladung sehr klein ist, ist der Oszillograph schon nach Verlauf weniger Mikrosekunden schreibfertig. Hat die Neonlampe den Film während einer Trommelumdrehung belichtet, so schaltet ein mechanisches Relais die Lampe und den Trommelmotor aus. Ein Glocken- und ein Lichtsignal melden dem Beobachter die Niederschrift einer Störung. Dann wird die Filmtrommel ausgewechselt.

Nach eingehender Erprobung im Prüffeld wurde der Oszillograph mehrere Monate lang in einem 132 kV-Netz zur Messung des Reststromes von Überspannungsableitern benutzt[1]). Die Ergebnisse der Netzversuche[2]) wollen die Verfasser auf der Winterversammlung der AJEE bekanntgeben. (W. A. McMorris, M. A. Rusher und J. H. Hagenguth, Gen. electr. Rev. Bd. 37, S. 514.)

Rsk.

Ein Tropenraum für Werkstoffprüfungen. — Auf Grund weitgehender Prüfungen ist es gelungen, fast alle Einzelteile und Geräte für elektrische Fernmeldeanlagen ebenso wie auch elektrische Meßgeräte an sich, also nicht nur in Sonderausführungen, tropenfest zu bauen. Die Lieferungen solcher Sonderausführungen setzt besondere Versuchseinrichtungen voraus, die entsprechende Untersuchungsbedingungen ermöglichen. In einem großen deutschen Werk ist nun folgender Aufbau gewählt worden.

Der eigentliche Tropenraum schließt sich an eine Übergangskammer, eine Art Schleuse, an. Diese Zwischenschaltung ist weniger wegen der Gefahr eines Wärmeverlustes wichtig, als vielmehr für die Gewährleistung eines einwandfreien Untersuchungsganges. Der Vorraum hat eine noch etwas heißere, aber sehr trockene Atmosphäre. Hier wird alles für den Tropenraum bestimmte Material erst vorgewärmt und auf die Übertemperatur gebracht, damit es nicht beim Einbringen in den Tropenraum sofort vollständig beschlägt. Je nach Größe und Art des Untersuchungsmaterials, ob es sich z. B. um elektrische Geräte, Isolierkörper, Metalle, Holz, Preßstoffe, Faserstoffe oder Lacke handelt, muß es mehr oder weniger lange Zeit, von einigen Stunden bis zu vielen Tagen, in diesem Vorwärmraum belassen werden. Im Tropenraum selbst wird ständig der klimatische Verlauf eines Tropentages mit seinen starken materialzerstörenden Auswirkungen nachgeahmt. Zu bestimmten Stunden des Vormittags werden bei etwa 35 ° C Raumtemperatur die Untersuchungsgegenstände in den Tropenraum eingebracht bzw. nach Abschluß der Prüfzeit herausgenommen, in der gleichen Zeit werden auch die erforderlichen Zwischenprüfungen vorgenommen. Hiernach wird der geschlossene Tropenraum elektrisch auf 40 ° C aufgeheizt, während gleichzeitig eine besondere Heißwasser-Rieselanlage die Luftfeuchtigkeit auf über 97 % bringt. Zum Ausgleich von plötzlichen Feuchtigkeitsverlusten, z. B. infolge notwendig gewordenem Betreten des Tropenraumes während dieser Zeit, ist noch die Möglichkeit von Dampfzuführung vorgesehen. Tagsüber bleiben die so geschaffenen Klimaverhältnisse im Tropenraum bestehen. Am Abend wird die Heizung vermindert und damit die Abkühlung der tropischen Nacht mit ihren Folgeerscheinungen nachgeahmt. Langsam sinkt die Raumtemperatur bis auf 35 ° C, um auf diesem Betrag durch selbsttätige Regelung der elektrischen Heizung konstant gehalten zu werden. Der Zeitabschnitt dieser Abkühlung bringt die schärfsten Beanspruchungen für die Untersuchungsgegenstände. Bei 37 ° C ist der Raum bereits infolge der Abkühlung mit Feuchtigkeit gesättigt, und jetzt beginnt ein Wasserniederschlag bis in die feinsten Poren und Zwischenräume aller Geräte und Werkstoffe, während gleichzeitig die Werkstoffe noch zufolge der ständig fortschreitenden Abkühlung innerlich (im Gefüge) arbeiten. Am anderen Tage schließen sich die gleichen Vorgänge wieder an.

Der Tropenraum ist in diesen Anforderungen entsprechend gebaut und ausgestattet. Wärmetechnisch ist er sehr gut isoliert, die Wände haben keinen Anstrich, sondern sind luft- und wasserdicht. Die Decke wird außerdem mit Dampf geheizt, damit niemals eine Tropfenwasserbildung auftreten kann. Alle Betriebsanlagen des Tropenraumes können von außen bedient und hier auch an Meßgeräten überwacht werden, ebenso können auch über nach außen geführte Meßleitungen ständige Messungen und Prüfungen an den Untersuchungsgegenständen durchgeführt werden. Die Heizungs- und Feuchtigkeitsanlagen haben selbsttätige Überwachungs- und Regelungseinrichtungen.

Vergleichende Untersuchungen auf Celebes und im Tropenraum haben ergeben, daß sich die Tropeneinflüsse doppelt so stark auswirken, also ½ Jahr Tropenraumaufenthalt hat dieselben zerstörenden Folgen wie 1 Jahr Aufenthalt im feuchtheißen Klima von Celebes. *Kdn.*

[1]) Vgl. S. 590 d. H.

[2]) Nach Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 27 wurden in zwei 132 kV-Netzen der American Gas and Electric Co etwa 100 Fehler aufgezeichnet. Die verwendete Neonlampe zündete in 20 μs. Es wurde also schon die erste Halbwelle des Fehlerstromes erfaßt.

Beleuchtung.

Die Farbe von Edelgas-Quecksilberlampen. — Untersucht man Leuchtröhren spektrographisch, die Neon- oder Argongas und Quecksilber enthalten, so erhält man bei Außentemperaturen von etwa 20 ° nur das Quecksilberspektrum. Neon- oder Argonlinien treten nicht auf. Der Unterschied im Farbton ist dadurch begründet, daß in der Neonröhre die roten Quecksilberlinien eine größere Intensität besitzen. Bei einer Außentemperatur von 20 ° liegt die Temperatur der Rohrwand zwischen 30 und 35 °. In einem Wasserbad von 20° treten im Argonrohr schwach einige Linien des Argonspektrums auf. Wird die Temperatur erniedrigt, so zeigen die Neonröhren in einem Temperaturbereich von 11 bis 13 ° sehr plötzlich einen Farbumschlag von Blau nach Rot. Der Umschlag erfolgt zuerst in dem innersten Teil der positiven Säule, so daß ein solches Rohr einen roten Kern mit einem blau leuchtenden Mantel zeigt. Die spektrale Untersuchung ergibt, daß die Quecksilberlinien nahezu die gleiche Intensität behalten; der Unterschied liegt also nicht an dem geringeren Dampfdruck des Quecksilbers, sondern an einem starken Auftreten des roten Neonspektrums. Eine Argonröhre zeigt bei 0 ° noch keinen merklichen Farbumschlag, obwohl bei dieser Temperatur die Argonlinien bereits deutlich hervortreten. Auffällig ist, daß ein Gemisch von 80 % Neon und 20 % Argon sich wie reines Argon verhält. (W. Gerlach u. K. Siebertz, Z. Physik Bd. 91, S. 37.)

Br.

Bahnen und Fahrzeuge.

Eisenbahnelektrisierungen in Norwegen. — Als Maßnahme zur Bekämpfung der Arbeitslosigkeit in Norwegen sind Erweiterungsbauten und Elektrisierungen des Eisenbahnnetzes vorgesehen. Aus der Abb. 2 ist ersichtlich, welche in dem Bereich der Landeshauptstadt gelege-

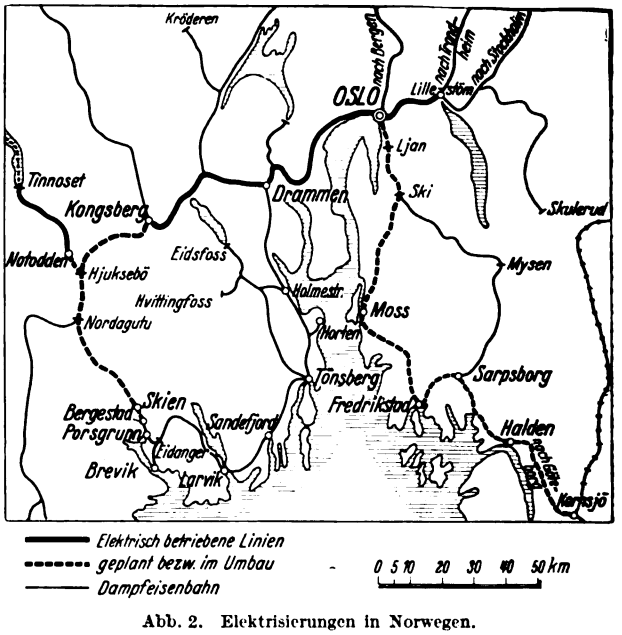


Abb. 2. Elektrisierungen in Norwegen.

nen Linien bisher elektrisch betrieben wurden bzw. welche geplant und im Bau sind[1]). Für die Elektrisierung wurden folgende Linien bestimmt:

1. Kongsberg—Hjuksebö (37 km),
2. Notodden—Bergestadt (Bratsbergbahn) (rd. 60 km),
3. Oslo—Ski (24 km).

[1]) Siehe auch ETZ 55 (1934) S. 3.

Digitized by Google

Geplant ist die Elektrisierung der Östfoldbahn: Ski—Moss—Sarpsborg—Kornsjö. Für die Fernverbindung Oslo—Gothenburg—Kontinent wäre diese Strecke von besonderer Bedeutung[1]). Von der Elektrisierung verspricht man sich außer der Linderung der Arbeitslosigkeit auch eine Ersparnis der Betriebsausgaben gegenüber dem Dampfbetrieb. (Ztg. Ver. mitteleurop. Eisenb.-Verw. Bd. 74, S. 770.) *Hs.*

Installation.

Die Schmelzzeit dünner Schmelzsicherungen. — Die Gleichung $t = C\ (q/I)^2$ für die Schmelzzeit von Schmelzsicherungen (t Schmelzzeit in Sekunden, q Querschnitt in cm², I Kurzschlußstrom in Ampere) ist bisher nur für dickere Schmelzsicherungen experimentell geprüft worden. Da in neuerer Zeit dünnere Sicherungen in Glühlampen zum Schutz der Haussicherung Verwendung finden, prüfen Liempt und Vriend mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen die Gültigkeit der Gleichung für diese dünnen Sicherungen. Sie finden, daß diese richtig bleibt, wenn der Kurzschlußstrom den Grenzstrom der Sicherung um das Zweifache übertrifft. Für die Trägheitskonstante C geben sie folgende Zahlen (für $C \cdot 10^{-6}$):

Kupfer . . .	1000 ± 67	Mangannickel . . .	244 ± 17
Silber	716 ± 38	Konstantan	135 ± 6
Platin . . .	234 ± 10	Monel.	150 ± 8
Zinn	46 ± 1,5	Kruppin	81 ± 3
Nickel . . .	234 ± 7	Sn mit 1,8 % Pb .	53 ± 2,5

(J. A. M. van Liempt u. J. A. de Vriend, Z. Physik Bd. 93, S. 100.) *Br.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Neuartige Vorgänge in der Blitzbahn. — Blitzbilder von B. F. J. Schonland und H. Collens zeigen einige noch nicht bekannte Vorgänge in der Blitzbahn. Jede Entladung, auch wenn sie in einer bereits ausgebildeten und von einer ersten Teilentladung in Anspruch genommenen Bahnlinie verläuft, wird in der Regel von einer Vorentladung eingeleitet, die sich stets von der Wolke zur Erde hin mit einer ziemlich gleichförmigen Geschwindigkeit von etwa 10^9 cm/s ausbreitet. In dem Augenblick, in dem die Vorentladung den Erdboden erreicht, geht von der Einschlagstelle aus in derselben Bahnlinie eine sehr viel stärkere Entladung zur Wolke hin, deren Geschwindigkeit im Mittel etwa $6 \cdot 10^9$ cm/s beträgt. Die Stärke der Vorentladung bleibt von oben bis unten hin gleich, während die Stärke der Hauptentladung in der Regel von unten nach oben hin abnimmt. Die Vorentladungen der ersten Teilentladung eines Blitzes, durch die die Ausbildung seiner Bahnlinie erfolgt, geht stets stoßweise von der Wolke aus; diese Ausbildung dauert längere Zeit, manchmal mehr als 0,01 s. Bei der von der Erde zur Wolke fließenden Strömung handelt es sich nach B. Walter um die Influenzelektrizität, die sich im Erdboden in der Umgebung der Einschlagstelle unmittelbar vor dem Einschlag aufgehäuft hat. (B. Walter, Ann. Physik Bd. 22, S. 421.) *ue.*

Direkte Ermittlung der freien Weglänge der Elektronen in Metallen. — In sehr dünnen Drähten wird die freie Weglänge der Elektronen dadurch verkürzt, daß die Elektronen häufig die Oberfläche des Drahtes treffen. Da nun die elektrische Leitfähigkeit um so kleiner ist, je kleinere Strecken die Elektronen ungestört zurücklegen können, muß der spezifische Widerstand ϱ eines sehr dünnen Drahtes größer als der eines praktisch unendlich dicken Drahtes sein. Die Theorie ergibt für einen Draht vom Durchmesser d die Beziehung

$$\varrho_d = \varrho_\infty \left(1 + \frac{8}{3\pi}\,\frac{l}{d}\right),$$

wenn l die freie Weglänge im unendlich dicken Draht ist. Das Zusatzglied macht sich besonders bei tiefen Temperaturen bemerkbar, da die freie Weglänge mit abnehmender Temperatur steigt. Bei einem Silberdraht von $d = 20\,\mu$ sinkt z. B. der Widerstand bei Temperaturerniedrigung von Zimmertemperatur auf die Temperatur des flüssigen Wasserstoffs auf $^1/_{60}$, bei einem Draht von $d = 0{,}37\,\mu$ nur auf $^1/_7$. Bei Wismut ergab sich die freie Weglänge verhältnismäßig groß, etwa 11 μ bei 0 ° C, so daß auf etwa 10^6 Wismutatome erst ein freies Elektron entfällt. Für die freien Elektronen des Wismuts gilt daher nicht die Sommerfeld-Fermische, sondern die klassische Theorie. Bei Silber erweist sich dagegen die Sommerfeld-Fermische Theorie als zutreffend, wenn man annimmt, daß auf je ein Silberatom ein freies Elektron kommt. Aus der Theorie ergibt sich dann nämlich der Wert 0,0575 μ, während die Versuche 0,0577 μ ergeben. Bei sehr tiefen Temperaturen treten Abweichungen ein, die darauf zurückzuführen sein werden, daß dann die Elektronen nicht mehr, wie es die Ableitung der obigen Gleichung voraussetzt, an einer Grenzfläche diffus reflektiert werden. (A. Eucken u. F. Förster, Z. Metallkde. Bd. 26, S. 232.) *Br.*

[1]) ETZ 55 (1934) S. 813.

Hochspannungstechnik.

Hochstrom-Stoßanlage für Mittelspannungen. — Die Ermittlung der Stoßüberschlagspannung von Isolatoren für Mittelspannungsanlagen stößt insofern auf erhebliche Schwierigkeiten, als die Werte stark streuen,

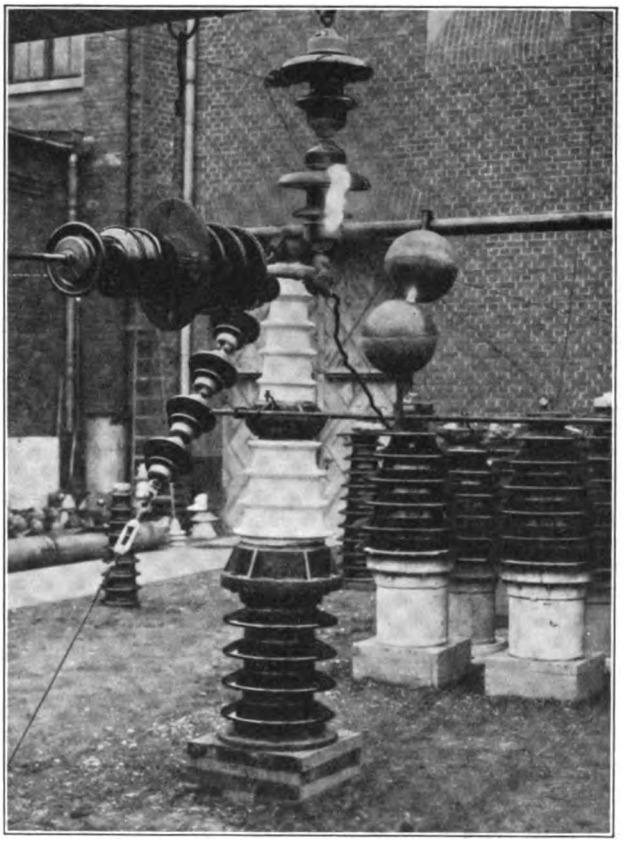


Abb. 3. Vergleichsmessung der Stoßüberschlagspannung einer Einrohr-Durchführung (Dfai 4020) und eines Vollkernisolators (VK 2).

selbst wenn sie mit ein und derselben Prüfanlage gemessen werden. Eine Hauptursache hierfür liegt darin, daß die Isolatoren verhältnismäßig kleine Entladestrecken (15 bis 25 cm Elektrodenabstand) besitzen. Weiter spielen auch, besonders bei Durchführungen, Oberflächenladungen eine gewisse Rolle. Anderseits werden heute die Freileitungs- und die Stationsisolation meist gestaffelt, so daß die Absolutwerte der Stoßüberschlagspannung der verschiedenen Isolatorbauarten weniger wichtig als einwandfreie Vergleichswerte sind. Aus diesem Grunde wurde eine Versuchseinrichtung geschaffen, die es ermöglicht, gleichzeitig die Stoßüberschlagspannung verschiedener Isolatorbauarten in Parallelschaltung zu messen. Zur Nachahmung der tatsächlichen Verhältnisse ist an diese Stoßanlage eine Doppelleitung angeschlossen, die durch einen am Ende eingeschalteten Widerstand von rd. 700 Ω, der der Größe ihres Wellenwiderstandes entspricht, gewissermaßen unendlich lang gemacht ist. Weiter ist in die Anlage eine Kondensatorenbatterie eingebaut, um

Digitized by Google

trotz dieses kleinen Endwiderstandes die vom VDE genormte Stoßwelle längerer Dauer (Zeitkonstante des Stoßrückens 70 µs, Halbwertdauer 50 µs) erzeugen zu können. Diese Stoßwelle erfordert eine Stoßkapazität von 100 000 pF.

Die Kondensatorenbatterie besteht aus Porzellankondensatoren[1]) von 1100 bis 2200 pF, die sämtlich parallel geschaltet sind. Die Stoßspannung von 180 kV Scheitelwert wird in einer Stufe erzeugt, so daß jeder Kondensator mit dieser Spannung beansprucht wird (Abb. 3).

Durch die der Vergleichsmessung zu unterziehenden Isolatoren werden die Konstanten der Prüfanlage nicht geändert, da die Kapazität dieser Isolatoren gegenüber einer Kapazität des Stoßgenerators von 100 000 pF ohne Einfluß ist. (Hescho-Mitt. 1935 H. 71/72.)

Verschiedenes.

Maschinentechnische und elektrotechnische Ferienkurse an der Bergakademie Clausthal. — Im neuen Institut für Maschinenkunde und Elektrotechnik der Bergakademie Clausthal (Harz) finden unter Leitung von Professor Süchting, wie in den fünf Vorjahren, so auch 1935 wieder zwei praktische Ferienkurse zwecks Auffrischung oder Nachholung der Fertigkeit im Bedienen und Untersuchen von wichtigen Maschinen und Apparaten statt, und zwar: Kurs I, vom 1. bis 6. VII. 1935, für maschinentechnische Übungen, Kurs II, vom 15. bis 20. VII. 1935, für elektrotechnische Übungen. Nähere Angaben über Art und Handhabung, Programm und Honorar enthält das „Auskunftsblatt", das jedem Interessenten auf Anfordern vom Institut kostenlos übersandt wird. *of.*

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[2]). — Von den 122 Elektrizitätswerken sind im März 1935 57,7 Mill kWh (4 %) mehr, arbeitstäglich jedoch 2,5 Mill kWh (4 %) weniger erzeugt worden als im Februar. Gegenüber dem Parallelmonat des Vorjahrs hat die Erzeugung um 197,3 und je Arbeitstag um 7,6 Mill kWh (beide Male 15 %) zugenommen. Im ersten Vierteljahr war die Erzeugung nach Angabe des Statistischen Reichsamts mit 4,7 Mrd kWh um 16 % höher als in der Vergleichszeit von 1929. Die gewerblichen Abnehmer der 103 Werke haben im Februar insgesamt 42,4 Mill kWh (7 %) weniger Energie verbraucht als während des Vormonats, arbeitstäglich um 0,1 Mill kWh mehr. Der Vergleich mit dem Februar 1934 ergibt eine Steigerung um 75,7 bzw. 3,1 Mill kWh (rd. 16 %).

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
I.	1697,8	1425,2	65,3	54,8	592,5	501,0	22,8	19,3	4,54	3,97
II.	1476,7	1285,3	61,5	53,6	550,1	474,4	22,9	19,8	4,56	4,09
III.	1534,4	1337,1	59,0	51,4	.	509,4	.	19,6	.	4,04

fm.

Alter und Erneuerung industrieller Kraftwerke in den V. S. Amerika. — 454 Kraftwerke meist größerer und fortschrittlich eingestellter Unternehmungen aus 14 bedeutenden Industriezweigen der V. S. Amerika verfügten 1934 nach „Power" über 1,032 Mill kVA installierter Leistung (rd. 10 % derjenigen aller gewerblichen Eigenanlagen), von denen 0,810 (bei etwa 10 % Gleichstrom) in Betrieb waren und rd. 2,3 Mrd kWh lieferten. 780 Mill kWh oder 25 % des Gesamtverbrauchs wurden außerdem zugekauft. „Power" weist nun darauf hin, daß 53 % der elektrischen Ausrüstung obiger Werke älter als 10 Jahre sind. Nur die beiden Gruppen Gummi, Petroleum und Kohlenerzeugnisse besitzen Anlagen, deren Alter nicht höher ist als 20 Jahre, und 79 % bzw. 70 % ihrer Leistung entfallen auf weniger als zehn Jahre alte Maschinen. Von allen anderen Werken, mit Ausnahme der Stein-, Ton-, Glas- und der chemischen Industrie, wird diese Altersgrenze zu 41 % bis 69 % überschritten. Bei solcher Sachlage hält man in Amerika die Gelegenheit für günstig, den Ankauf elektrischer Arbeit und deren Austausch mit den öffentlichen Kraftwerken zu fördern sowie eine Erneuerung der Anlagen vorzunehmen. Im vorigen Jahr war das Verhältnis des zugekauften zum selbsterzeugten Strom sehr verschieden; bei der Gummi-, der Nichteisen- und der Maschinenindustrie stellte es sich bzw. auf 156 %, 125 % und 113 %, bei der chemischen auf 44 %, für Eisen und Stahl auf 14 %. Zum Teil wird die geringe Heranziehung von Fremdstrom damit erklärt, daß die betreffenden Industrien, wie z. B. die der Papierfertigung, der Nahrungsmittel, die chemische u. a. in beträchtlichem Maß ihren Werksdampf zur Stromgewinnung verwenden. Was nun die Erneuerung betrifft, so haben rd. 16 % der eingangs erwähnten Anlagen die Absicht bekundet, ihre Ausrüstungen in einem, 29 % in zwei Jahren und 9 % in etwas späterer Zeit zu überholen bzw. zu erneuern. Die Textil-, Nahrungsmittel-, Gummi- sowie die Eisen- und Stahlindustrie scheinen die wirtschaftlichen Vorteile der Erneuerung am klarsten erkannt zu haben, aber nur Papier-, Gummi- und chemische Werke planen, zugleich auch die Luftreinigung und -verbesserung auf elektrischem Wege einzuführen, die sich in der Textilbranche teilweise schon findet. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 104, S. 56.) *fm.*

Planmäßige Elektrizitätswirtschaft auf Ceylon. — Nach dem Muster anderer Länder soll jetzt auch Ceylon ein besonderes Elektrizitätsamt (Electricity Board) erhalten; Veranlassung für diesen Regierungsbeschluß bildeten die Vorschläge eines besonders für diese Fragen eingesetzten Ausschusses. Zweck der neuen Stelle ist die laufende Beaufsichtigung der auf Ceylon arbeitenden Elektrizitätswerke, die Förderung der Elektrizitätserzeugung und -anwendung sowie die Verwirklichung des schon seit längerer Zeit geplanten Baues eines größeren Wasserkraftwerks (Aberdeen-Laxapana).

Die Insel Ceylon, eine britische Kronkolonie, bietet verhältnismäßig gute elektrizitätswirtschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten. Auf einer Fläche von rd. 66 000 km² leben rd. 5½ Mill Menschen (vorwiegend Singhalesen und Tamilen, außerdem 9000 Europäer), so daß sich eine Bevölkerungsdichte von etwa 83 Einwohner je km² ergibt. Zu den wichtigsten Ausfuhrwaren gehören Tee, Kautschuk, Kopra und Gewürze. Die Insel ist reich an Wasserkraftvorkommen und Bodenschätzen, insbesondere Eisenerzen. Gegenwärtig beschränkt sich die Elektrizitätsversorgung hauptsächlich auf die größeren Städte. Die 300 000 Einwohner zählende Hauptstadt Colombo wird vom Pettah-Kraftwerk (Grundlastkraftwerk) versorgt, das mit dem Stanley-Werk (Spitzenkraftwerk) verbunden ist. 1933 wurden an die 6700 Elektrizitätsverbraucher 10,93 Mill kWh nutzbar abgegeben. Der jahresdurchschnittliche Zuwachs des Anschlußwerts beläuft sich auf rd. 1000 kW. Trotz der schwierigen wirtschaftlichen Lage dringt der Elektromotor in den gewerblichen Betrieben langsam, aber unaufhaltsam vor. Der Bedarf an elektrischen Maschinen, Geräten und Einrichtungen, der fast restlos durch Einfuhr gedeckt wird, stellte vor der Krise einen Wert von 8 bis 9 Mill RM jährlich dar, ist aber inzwischen auf ein Fünftel des damaligen Umfangs zusammengeschrumpft. Auf Großbritannien entfallen 70 bis 80 % der Lieferungen; die amerikanische Elektroindustrie steht an zweiter, die deutsche an dritter Stelle. *A. Fr.*

AUS LETZTER ZEIT.

Öffentliche Fernsehstelle Potsdam. — Die Deutsche Reichspost zeigte der Presse am 13. V. im Vortragsaal der Reichspostdirektion in Potsdam Versuche auf dem Gebiete des „Fernsehens über weite Entfernungen". Es wurde hierbei die erste öffentliche Fernsehstelle außerhalb Groß-Berlins in Potsdam eröffnet, gut 20 km vom Sender Witzleben entfernt. Die Übertragung sowohl von Filmen als auch der Bilder unmittelbar abgetasteter Personen gelang ausgezeichnet.

Schlagwettersichere Leuchte. — Für Bergwerke und Betriebe, in denen leicht entzündbare Gase auftreten, ist eine neue Leuchte entwickelt worden, bei welcher der Gehäuseraum zwischen Glühlampe und dem gasdicht schließenden Schutzglas mit Kohlensäure unter geringem Überdruck gefüllt ist. Bei einer Zerstörung der äußeren Schutzglocke entweicht die Kohlensäure, der Überdruck

[1]) ETZ 52 (1931) S. 87; Hescho-Mitt. 1930, H. 50.
[2]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 521; 56 (1935) S. 522.

Digitized by Google

sinkt und ein Membranschalter schaltet die Glühlampe sofort ab. Das kurzzeitige Nachglühen der Leuchtfäden hat sich als ungefährlich erwiesen, zumal die Fäden zunächst von Kohlensäure umspült werden.

Eine Spitzenleistung im Bau von Gleichstrommaschinen. — Für einen Betrieb der deutschen chemischen Industrie wird z. Z. ein Motorgenerator gebaut, bestehend aus zwei Gleichstromgeneratoren je 3200 kW, 16 000 A, 200 V, 500 U/min und gemeinsamem synchronen Antriebsmotor 6900 kW, 6200 V, 50 Hz, cos $\varphi = 1$. Die beiden Gleichstrommaschinen können in Parallelschaltung mit 200 V, 32 000 A oder Reihenschaltung 400 V, 16 000 A betrieben werden und stellen eine bemerkenswerte Leistung des Gleichstrommaschinenbaues dar. *Sc.*

10 Jahre Rundfunk in Polen. — Polen beabsichtigt, die Zehnjahresfeier des Rundfunks durch die Einrichtung eines neuen 200 kW-Senders in Raszyn (Warschau) und eines zweiten Bezirksenders zu 20 kW zu begehen. Wie ferner berichtet wird, erwägt Polskie Radio, der teilweise vom Staat kontrolliert wird, die Verbreitung von Kurzwellensendungen für die Volksgenossen in Übersee. Wenn die Mittel für eine neue Station nicht zur Verfügung stehen, soll Deutschland ersucht werden, polnische Programme durch Zeesen zu verbreiten. Polen hat zur Zeit 420 000 Rundfunkteilnehmer.

Bemerkenswerte Blitzeinschläge an zwei Fabrikschornsteinen. — Vor kurzem erfolgten an zwei Schornsteinen Blitzeinschläge. Die Schornsteine waren nicht geschützt. Der eine Schornstein mit 60 m Höhe war kürzlich gebaut und noch nicht völlig ausgetrocknet. Infolgedessen hat sich der Blitz wahrscheinlich von Steigeisen zu Steigeisen längs der feuchten Mörtelschicht vorgearbeitet und den Schornstein in der oberen Hälfte längs aufgespalten. Die eine abgespaltene Seite ist in kleinen Stücken herumgeschleudert worden. Auch der untere Teil ist schwer beschädigt. An dem anderen Schornstein hat der Blitz ebenfalls im feuchten Mauerwerk einen Weg gefunden und ihn zerstört.

Tonfilm im Fernsprechbetrieb. — Im Bereich des Fernsprechnetzes von Folkestone ist versuchsweise das Summerzeichen, das einen angerufenen Fernsprechteilnehmer als „besetzt" kennzeichnet, durch die sich selbsttätig einschaltende Tonfilmansage „besetzt" ersetzt worden.

Auslandsaufträge. — Die Siemenswerke konnten in letzter Zeit eine Reihe belangreicher Aufträge aus dem Auslande hereinnehmen. So wurden von Dänemark 630 Trocken-Absorptionskühlschränke für eine Siedlung bestellt; 170 gleiche Schränke bestellte England. Für die türkische Straßenbahn in Skutari sind Trieb- und Anhängewagen, Oberleitungs- und Schienenmaterial in Auftrag gegeben worden. Auch die deutschen Bühnenbeleuchtungsanlagen finden Anerkennung im Auslande. Neuzeitliche Theater in Paris, Bern, Bologna und Brüssel haben derartige Anlagen kürzlich bestellt. *Sc.*

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Gewährung von Fristen im Patenterteilungsverfahren. — Gesuche um Verlängerung der zur Erledigung von amtlichen Bescheiden gewährten Fristen werden nach einer Bekanntmachung des Präsidenten des Reichspatentamts vom 18. I. 1935 zur Beschleunigung der Prüfung in Zukunft eine schärfere Behandlung erfahren. Derartige Nachfristen sollen in der Regel einen Monat nicht übersteigen und nur bei ausreichender, wenn möglich auf Belege gestützter Begründung gewährt werden. Auf Mangel an Informationen und auf Schwierigkeiten der Beschaffung ausländischer Patentschriften wird man solche Gesuche in der Regel nicht mit Erfolg stützen können. Lichtbilder ausländischer Patentschriften können bekanntlich in kürzester Frist z. B. von der Lichtbildstelle des Reichspatentamts bezogen werden. (Bl. Patent-, Must.- u. Zeichenwes. 1935, S. 6.)

Patentgebühren und Lizenzen in den Verrechnungsabkommen mit dem Auslande. — Die seit 1932 mit einer Reihe ausländischer Regierungen und Zentralnotenbanken getroffenen Verrechnungsabkommen schließen auch die Zahlung von Patentgebühren und Lizenzen und ähnliche Leistungen ein. Es handelt sich dabei um folgende Länder: Norwegen, Schweden, Schweiz, Holland, Dänemark und Italien. Die Behandlung ist nicht einheitlich und den Besonderheiten der einzelnen Länder angepaßt. Eine Zusammenstellung der Bestimmungen für die einzelnen Länder findet sich in der Zeitschrift „Gewerblicher Rechtschutz und Urheberrecht" 1935, S. 135.

Gewerblicher Rechtsschutz in der Sowjet-Union[1]). — In der UdSSR ist die Zahl der Anmeldungen im Jahre 1933, über die jetzt amtliche Zahlen vorliegen, weiter zurückgegangen, sie beträgt noch 18 569. Von den auf diese Anmeldungen ausgestellten 15 598 Prioritätsbescheinigungen entfallen nur 300 auf das Ausland, wobei Deutschland mit 105 an erster Stelle steht und die übrigen Staaten erst im weiten Abstande folgen. Die allgemeine Lage auf dem Gebiete des Erfindungswesens ist nach wie vor unbefriedigend. (Gewerbl. Rechtsschutz 1935, S. 218.)

Kahle.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 355.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Vorschriftenbuch.

Da der erste Druck der neuen 20. Auflage nach dem Stande am 1. I. 1935, der am 25. März d. J. erschien, nach kurzer Zeit vergriffen war, so daß spätere Bestellungen nicht ausgeführt werden konnten, mußte ein unveränderter Nachdruck veranstaltet werden, der nunmehr versandbereit vorliegt.

Alle Bestellungen, die noch nicht erledigt wurden, werden jetzt ausgeführt.

Da der Nachdruck nur gering bemessen ist, empfiehlt es sich, weiteren Bedarf sofort aufzugeben. Die Preise sind nach wie vor:

Ganzleinenband mit Daumenregister . . .	16,20 RM
für VDE-Mitglieder	14,60 „
bei portofreier Rücksendung eines Exemplars der 19. Auflage	13,80 „

Ältere Auflagen als die 19. können nicht umgetauscht werden.

Aus dem Gau Niederschlesien.

Am 5. II. 1935 hielt Dipl.-Ing. Konrad vor dem VDE Breslau einen Vortrag: „Dampf, Elektrizität oder Brennkraft im Eisenbahnbetrieb". Für die Beförderung von Personen oder Gütern auf dem Schienenweg gibt es heute drei Möglichkeiten: Dampf, Elektrizität und Brennkraft. Die Frage, welche Betriebsart sich am besten eignet, kann nicht allgemein, wohl aber für bestimmte Bedarfsfälle beantwortet werden. Der Vortragende erläuterte im einzelnen den Dampf- und elektrischen Betrieb und ging auch näher auf den Dieselbetrieb ein. Die Vorteile des elektrischen Betriebes bestehen vor allem in der besseren Ausnutzung der Fahrzeuge, der einmännigen Bedienung der steten Betriebsbereitschaft und dem Fortfall der Rauchplage. Da aber die Anlagekosten (Fahrleitungen, Unterwerke) verhältnismäßig hoch sind, so wird der elektrische Betrieb erst mit höherer Verkehrsdichte wirtschaftlich. Verbesserungsfähig und verbesserungsbedürftig sind alle drei Betriebsarten. Der elektrische Betrieb wird von der stromlinienförmigen Verkleidung der Fahrzeuge Gebrauch machen. Wechselstrom-Triebwagen für 160 km/h sind z. Z. bei der Deutschen Reichsbahn im Bau. Neuerungen sind vielleicht auf dem Gebiet der Fahrdrahtspeisung aus den Landesversorgungsnetzen zu erwarten.

Digitized by Google

VDE-Fachberichte 1935.

Nachstehend werden die während der 37. Mitgliederversammlung des VDE zu Hamburg in den Räumen der Technischen Staatslehranstalten, Lübecker Tor 24, stattfindenden Fachberichte bekanntgegeben. Kleine Änderungen des Zeitplanes und der Berichte bleiben vorbehalten.

Zeitplan.

Donnerstag, 20. Juni 1935, nachmittags

Nr.	Zeit	A I Kraftwerke	B I Bau von Netzen	C I Maschinen	D I Funktechnik
	14^{45} bis 15^{05}	Kyser	Hillebrandt	Unger	Leithäuser
1	15^{05} „ 15^{45}	Guilhauman	v. Mangoldt	Winkelsträt.	Soyck
2	15^{50} „ 16^{30}	Schult	Bolling	Eichhorn	Fritz
3	16^{35} „ 17^{15}	Gleichmann	Tonnemach.	Stier	Bäumler
4	17^{20} „ 18^{00}	Brüderlink	Buss u. Vogel	Lund	Eppen

Freitag, 21. Juni 1935, nachmittags

Nr.	Zeit	A II Betrieb von Netzen	B II Schaltanlagen	C II Bahnen	D II Fernmeldetechnik
	14^{45} bis 15^{05}	Schmolz	Calliess	Usbeck	Moench
1	15^{05} „ 15^{45}	Schwaiger	Meiners	Dozler	Semmler
2	15^{50} „ 16^{30}	Schäfer	Reiske	Töfflinger	Wolman
3	16^{35} „ 17^{15}	Schulze	Johann	Wenzel	Vollmeyer
4	17^{20} „ 18^{00}	Grünewald	Koch	Müller, P.	Strecker

Sonnabend, 22. Juni 1935, vormittags

Nr.	Zeit	A III Schaltvorgänge	B III Stromrichter	C III Antriebe u. Lichttechnik	D III Messung
	9^{45} bis 10^{05}	Krohne	Tröger	Lesch	Schering
1	10^{05} „ 10^{45}	Freiberger	Meyer	Strudthoff	Palm
2	10^{50} „ 11^{30}	Baatz	Siemens	Kneller	Riedel
3	11^{35} „ 12^{15}	Kaufmann	Lebrecht	Höpcke	Ferrari
4	12^{20} „ 13^{00}	Hameister	Scherp	Ellspermann	Reiche

Donnerstag, 20. Juni 1935, nachmittags

Gruppe AI. Kraftwerke.

Einführender: Dir. Dipl.-Ing. H. Kyser, Weimar

1. W. Guilhauman „Neuere Regelungen für Industrie-Dampfturbinen"
2. H. Schult „Wirtschaftliche und betriebliche Bedeutung von Spitzen-Dampfkraftwerken"
3. H. Gleichmann „Thermische Spitzenkraftwerke im Verbundbetrieb"
4. R. Brüderlink „Die Rückwirkung von Asynchronmaschinen auf pendelnde Netze"

Freitag, 21. Juni 1935, nachmittags

Gruppe AII. Betrieb von Netzen.

Einführender: Dir. Dr.-Ing. A. Schmolz, München

1. M. Schwaiger „Das Regeln von Transformatoren mit Langsam- und Schnellschaltern"
2. W. Schäfer „Beitrag zur Frage der Wirk- und Blindleistungsregelung in Ringnetzen"
3. H. Schulze „Über das Verhalten von Hochspannungs-Phasenschieber-Kondensatoren großer Leistung in ausgedehnten Mittelspannungsnetzen"
4. H. Grünewald „Das Schalten von Hochspannungs-Phasenschieber-Kondensatoren großer Leistung nach Netzversuchen"

Sonnabend, 22. Juni 1935, vormittags

Gruppe AIII. Schaltvorgänge.

Einführender: Dir. Dr.-Ing. E. Krohne, Berlin.

1. H. Freiberger „Überschläge an Schaltanlagen beim Abschalten von Transformatoren"
2. H. Baatz „Vorgänge beim Abschalten leerlaufender Hochspannungsleitungen"
3. W. Kaufmann „Experimentelle Untersuchung über den Anstieg der wiederkehrenden Spannung bei Abschaltvorgängen"
4. G. Hameister „Untersuchungen über die Frequenz der wiederkehrenden Spannung als Unterlage für die Prüfbestimmungen VDE 0670 (R.E.H.)"

Donnerstag, 20. Juni 1935, nachmittags

Gruppe BI. Bau von Netzen.

Einführender: Dir. Reg.-Baumeister a. D. W. Hillebrand, Berlin.

1. W. von Mangoldt „Der Ausbau von Niederspannungsnetzen unter dem Gesichtspunkt des gesteigerten Stromabsatzes"
2. W. Bolling „Allgemeiner Überblick über die Probleme, vor die die Elektrizitätsversorgung durch die Einschränkung des Kupferverbrauchs gestellt wird"
3. K. Tonnemacher „Kabel mit Aluminiumleitern unter besonderer Berücksichtigung der Kontaktverbindungen in Muffen und Endverschlüssen"
4. K. Buss u. W. Vogel „Stoßspannungsversuche an Hochspannungskabeln"

Freitag, 21. Juni 1935, nachmittags

Gruppe BII. Schaltanlagen.

Einführender: Obering. Dipl.-Ing. H. Calliess, Berlin

1. G. Meiners „Die Einfachheit als Ziel der Entwicklung selbsttätiger Anlagen"
2. K. Reiske „Einfache Verteilungsschaltanlagen in Ringnetzen"
3. H. Johann „Anordnung von Sammelschienen aus Aluminium für hohe Stromstärken"
4. W. Koch „Zusammenschluß oder Trennung von Erdungen in Hochspannungsanlagen"

Sonnabend, 22. Juni 1935, vormittags

Gruppe BIII. Stromrichter.

Einführender: Dir. R. Tröger, Berlin

1. H. W. Meyer „Vergleich der Betriebseigenschaften des Marx-Stromrichters mit denen anderer Stromrichter für Spannungen über 1000 V"
2. A. Siemens „Hochspannungs-Eisenstromrichter mit Luftkühlung"
3. L. Lebrecht „Zur Frage der Stromrichterbelastung von Hochspannungsnetzen"
4. H. Scherp „Spannungsbildung bei neuzeitlichen Gleichrichtertransformatoren besonders unter Berücksichtigung schwacher Netze"

Donnerstag, 20. Juni 1935, nachmittags

Gruppe CI. Maschinen.

Einführender: Prof. Dr. techn. F. Unger, Braunschweig

1. H. Winkelsträter „Moderner Aufbau großer Wasserkraftgeneratoren"
2. H. Eichhorn „Propellergleichlauf über Synchronmaschinen"
3. F. Stier „Stabilität von Gleichstrom-Reihenschlußmotoren in Kreisschaltung"
4. H. Lund „Die Geräuschanalyse des Kurzschlußmotors als Fehlerindikator"

Freitag, 21. Juni 1935, nachmittags

Gruppe CII. Bahnen.

Einführender: Dir. Dr.-Ing. E. h. W. Usbeck, Altona

1. E. Dozler „Neuzeitliche Straßenbahnsteuerungen"
2. K. Töfflinger „Durch Einphasen-Gleichrichter gespeiste Gleichstrom-Bahnmotoren"
3. E. Wenzel „Elastische Netzkupplung durch Frequenzumformer für die Bahnstromversorgung"
4. P. Müller „Berührungsschutz beim Oberleitungs-Omnibus"

Sonnabend, 22. Juni 1935, vormittags

Gruppe CIII. Antriebe und Lichttechnik.

Einführender: Obering. Dr.-Ing. G. Lesch, Mannheim

1. H. Strudthoff „Steuerung von Beschleunigungs-Antrieben in Walzwerken"
2. Chr. Kneller „Der Synchronmotor als Antriebsmotor in industriellen Anlagen"
3. O. Höpcke „Fortschritte in der Anwendung des Lichtes im Signalwesen, Luft- und Seeverkehr"
4. E. Ellspermann „Beleuchtung von Autostraßen"

Donnerstag, 20. Juni 1935, nachmittags

Gruppe DI. Funktechnik.

Einführender: Prof. Dr. phil. G. Leithäuser, Berlin

1. W. Soyck „Eigentümlichkeiten des dielektrischen Verhaltens Rutil-haltiger Kondensatorbaustoffe"
2. K. Fritz „Schwingungserzeugung mit der Habann-Röhre"
3. M. Bäumler „Die Modulationsbeeinflussung elektrischer Wellen während der Ausbreitung"
4. F. Eppen „Ergebnisse von Rundfunkstörungsmessungen"

Freitag, 21. Juni 1935, nachmittags

Gruppe DII. Fernmeldetechnik.

Einführender: Postrat Dr. phil. F. Moench, Berlin

1. W. Semmler „Eine neuartige Anwendung der Fernbedienung über ein als Blitzschutzseil ausgebildetes Kabel mit Streckenschutz unter Verwendung von Tonfrequenzen"
2. W. Wolman „Fortschritte der Hochfrequenz-Nachrichtenübermittlung in Starkstromnetzen"
3. A. Vollmeyer „Studien über Trägerstromtelephonie oberhalb und unterhalb 80 kHz"
4. F. Strecker „Nachrichtenfluß und Frequenzbandbreite"

Sonnabend, 22. Juni 1935, vormittags

Gruppe DIII. Messung.

Einführender: Oberreg.-Rat Prof. Dr. phil. H. Schering, Hannover

1. A. Palm „Die Methoden zur Messung sehr hoher Spannungen und Kritik ihrer Anwendung"
2. K. Riedel „Fernmeßanlagen in ausgedehnten Landesnetzen"
3. F. Ferrari „Neues Meßprinzip mit Hilfe von Mittelwerts-Bestimmungen für die Mengen-Meßtechnik"
4. W. Reiche „Strom- und Spannungswandler höchster Genauigkeit"

Digitized by Google

Ein Programmheft mit kurzen Inhaltsübersichten der einzelnen Fachberichte ist von der Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus, kostenlos zu beziehen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Vereinsversammlung am Dienstag, dem 28. V. 1935, abends 8 h, in der Technischen Hochschule EB Hörsaal Nr. 301 in Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Ernennung eines ausländischen Gelehrten zum Korrespondierenden Mitglied.
3. Vorträge der Herren
   a) Obering. Kozisek über das Thema: „Über Selbsterregung und deren Verhütung bei Drehstrom-Reihenschlußmotoren."

   Inhaltsangabe:

   Einleitung. Die Erscheinung der Selbsterregung. Die Selbsterregung beim Generatorbetrieb und Mittel zu ihrer Unterdrückung. Die Selbsterregung beim Motorbetrieb und Mittel zu ihrer Unterdrückung mit besonderer Berücksichtigung einer neuen Schaltung.

   b) Obering. Dr. Einsele über das Thema: „Spannungsregler für träge Generatoren."

   Inhaltsangabe:

   Vorgänge bei der Entlastung einer Synchronmaschine; Spannungsprung und nachfolgende Spannungserhöhung; Formulierung der Aufgabe, die ein Schnellregler vernünftigerweise erfüllen kann; Ablehnung früher aufgestellter Forderungen. Schema des direkten Schnellreglers; Charakteristische Merkmale des Schnellreglers; einige ausgeführte Regler; Bedeutung der Eigenschaften der Erregermaschine; Vergleiche mit der Turbinenregelung; Selbsterregung, Fremderregung und gemischte Erregung der Erregermaschine; Betriebsicherheit der Fremderregung. Erregeranordnung mit extremen Erregungsgeschwindigkeiten; einige Oszillogramme von Regelvorgängen an großen Generatoren.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im Restaurant „Schultheiß am Knie" in Berlin-Charlottenburg.

Elektrotechnischer Verein e. V.

In Vertretung:

Matthias.

Ausflug

mit Damen nach Pichelswerder und nach „Schloß Marquardt"; gleichzeitig Besichtigung des im Bau befindlichen Olympia-Stadions (Reichssportfeld).

Der Elektrotechnische Verein veranstaltet am **Sonnabend, dem 1. VI. 1935,** einen Ausflug mit Damen nach Pichelswerder und nach „Schloß Marquardt" unter gleichzeitiger Besichtigung der Sportanlagen (Stadion) für die Olympischen Spiele 1936 unter sachkundiger Führung.

13 h 15 m	pünktlich Abfahrt mittels Gesellschaftskraftwagen ab Berlin, Leipziger Platz (Fürstenhofseite);
14 h 15 m	Ankunft am Eingang zum Gelände der Olympischen Spiele, Graditzer Allee;
16 h	Weiterfahrt nach Pichelswerder;
16 h 30 m	Gemeinsame Kaffeetafel in der reizend gelegenen Gaststätte „Wilhelmshöhe" am Stössensee;
18 h	Weiterfahrt nach „Schloß Marquardt" — Ankunft gegen 19 h — Spaziergang im schönen Park;
19 h 30 m	Gemeinsames Abendessen nach der Karte auf eigene Kosten — Tänzchen;
21 h 30 m	Rückfahrt mittels Kraftwagen nach Berlin, Leipziger Platz.

Preis der Kraftwagenfahrt von Berlin über Pichelswerder nach „Schloß Marquardt" und zurück nach Berlin sowie einschließlich des Kaffees in Pichelswerder — aber ausschließlich des Gebäcks und des Bedienungsgeldes — für Mitglieder und deren Familienangehörige nur 1 RM, für eingeführte Gäste 2 RM. Teilnehmerkarten sind bis spätestens 28. V. 1935 in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstraße 33, II, zu haben.

Nachzügler, die im eigenen Kraftwagen oder mit den öffentlichen Verkehrsgelegenheiten nach Pichelswerder bzw. nach „Schloß Marquardt" (Autobus ab Bahnhof Zoologischer Garten) nachkommen wollen, sind willkommen. (Rückfahrt der Nachzügler in den Gesellschaftskraftwagen nur möglich, soweit Platz vorhanden ist.)

Um pünktliches Erscheinen wird gebeten.

Der Ausflug findet auch bei ungünstigem Wetter statt.

Ordentliche Vereinsversammlung

des Elektrotechnischen Vereins am 30. April 1935 in der Technischen Hochschule, Berlin.

Vorsitz: Herr Obering. Dr.-Ing. E. h. Trettin.

Vorsitzender: Heil Hitler! Im Namen unseres durch Krankheit leider verhinderten Herrn Vorsitzenden, Prof. Matthias, begrüße ich Sie und heiße Sie herzlich willkommen.

Bevor wir in die Tagesordnung eintreten, möchte ich eine Ehrenpflicht erfüllen. Am 12. März ist unser Ehrenmitglied, Herr Prof. Dr. Michael Pupin an der Columbia-Universität in New York im Alter von 76 Jahren verstorben. Aus den kleinsten Anfängen hat er sich, wie er selbst in seinem interessanten Buche „Vom Hirten zum Erfinder" schildert, durch eisernen Fleiß und von hohem Idealismus erfüllt, vom serbischen Bauernjungen zum weltbekannten Gelehrten und Erfinder emporgearbeitet. 1885/86 studierte er u. a. an der Berliner Universität und hörte die Helmholtzschen Vorlesungen über Experimentalphysik. In dieser Zeit kam er auch mit Werner von Siemens in Berührung. Nach Beendigung seiner Studien schuf er an der Columbia-Universität die Abteilung für Elektrotechnik. Unter seinen Forschungsarbeiten ragt die 1899 gemachte Erfindung der punktweisen induktiven Belastung von Fernsprechleitungen hervor, die seinen Weltruf begründete. Die Pupinspule hielt ihren Siegeszug in die Fernkabeltechnik aller Länder; sie schuf die Möglichkeit der Sprachübertragung auf Kabelstromkreisen von mehreren hundert Kilometer Sprechweite. Pupin legte dadurch den wichtigsten Grundstein zu dem hervorragenden Kulturwerk des Fernsprechweitverkehrs.

Der Elektrotechnische Verein ist stolz darauf, den Heimgegangenen zu seinen Ehrenmitgliedern zählen zu dürfen; wir werden sein Andenken treu bewahren. — Sie haben sich zu seinen Ehren erhoben. Ich danke Ihnen. —

Digitized by Google

Ich möchte sodann die Begrüßungsansprache, die Herr Prof. Matthias gern persönlich halten wollte, woran er aber leider durch seine Erkrankung verhindert ist, an seiner Stelle vorlesen:

„Zu meinem lebhaften Bedauern bin ich durch eine, wenn auch leichte Erkrankung verhindert, die heutige Sitzung zu leiten. Ich bedaure dies um so mehr, als es eine besondere Freude für mich gewesen wäre, die Mitglieder der anderen RTA-Vereine und des NSBDT erstmalig in größerer Zahl als Gäste bei uns zu begrüßen, insbesondere auch den Gau-Obmann der technischen Vereine Berlin, Herrn Stadtbaurat Dr. Kölzow. Gerade der Wunsch des Herrn Dr. Kölzow, daß die Ingenieure aller Fachrichtungen sich untereinander mehr kennenlernen und in ihren Arbeiten sich gegenseitig befruchten möchten, hat mir Veranlassung zur heutigen Veranstaltung gegeben. Für den Vortrag ist ein Thema gewählt worden, das, so hoffe ich, auch weite Kreise der Nichtelektrotechniker interessieren wird; der Vortragende, ein anerkannter und weitbekannter Fachmann auf diesem Gebiete, hat freundlichst eine Behandlung des Themas zugesagt, die auch über die Grenzen der Fachelektrotechniker hinaus Verständnis und Interesse finden dürfte. Herrn Stadtbaurat Dr. Kölzow haben wir dafür zu danken, daß er heute in unserem Kreise erschienen ist und einige Worte über die notwendige Fühlung unter den Ingenieuren aller Fachrichtungen sprechen wird. Es wäre zu begrüßen, wenn der heutige Abend Anklang finden und den Auftakt zu ähnlichen Veranstaltungen in anderen Vereinen geben würde. Wir selbst würden uns dann gern weiterhin in diesem Sinne betätigen. In der nächsten ordentlichen Mitgliederversammlung, der letzten dieses Winters, werde ich auch ausführliche Mitteilungen über den künftigen Ausbau unseres Gaues und seines Vortragswesens machen können. Der heutigen Versammlung wünsche ich vollen Erfolg."

Ich darf den Herrn Stadtbaurat Dr. Kölzow bitten, das Wort zu nehmen.

Herr Stadtbaurat Dr. **Kölzow:** Deutsche Volksgenossen! Parteigenossen! Ich ergreife gern die Gelegenheit, an dieser Stelle dem Elektrotechnischen Verein meinen Dank zu sagen, daß er meine Anregung verstanden, aufgegriffen und sofort in die Tat umgesetzt hat. Ich habe den Eindruck, daß wir Ingenieure in der letzten Zeit ein bißchen viel nebeneinander hergelaufen sind. Fast alle anderen Fakultäten haben es verstanden, den Ruf der Zeit rechtzeitig zu hören und ihm zu folgen, haben es verstanden, sich rechtzeitig zusammenzufinden und sich und ihrer Wissenschaft den Platz in Deutschland zu sichern, den sie zu beanspruchen haben. Wir Ingenieure wissen, daß auch wir im neuen Deutschland einen Platz zu beanspruchen haben. Wenn es uns bisher nicht gelungen ist, die Vertretung zu bekommen, die wir vielleicht verlangen könnten, so liegt das zweifelsohne daran, daß zu viel Nebeneinanderarbeiten, Mißverstehen und Versinken in die eigene Arbeit uns gehindert haben, die großen Zusammenhänge zu sehen. Aus diesem Grunde habe ich gebeten, daß auch in den Veranstaltungen der einzelnen Vereine, die in der RTA zusammengeschlossen sind, der Gemeinschaftsgedanke mehr zum Ausdruck gebracht werde, als das bisher geschehen ist, und daß bei den einzelnen Veranstaltungen Themen gewählt werden, die nicht nur dem Ingenieur der betreffenden Fachrichtung, sondern auch den Vertretern der benachbarten Gebiete etwas zu sagen haben, damit wir uns auch persönlich allmählich näherkommen und uns als die Kameradschaft fühlen, die wir bilden müssen, wenn wir Stoßkraft besitzen wollen.

Es mag hier und dort der Gedanke auftauchen, daß durch Vorträge, die gewissermaßen für Hörer aller Fakultäten gedacht sind, eine Verflachung der exakten Wissenschaft eintreten könnte. Das braucht nicht zu sein. Es ist durchaus nicht erforderlich, daß wir unser Niveau aufgeben, wenn wir die Grenzgebiete pfleglicher behandeln, als wir das bisher getan haben, und wenn wir uns dazu aufschwingen, neben unserer mit der gleichen Intensität fortzusetzenden Forschungsarbeit auch ab und zu einmal daran zu denken, daß wir ein Teil des gesamten Ingenieurstandes sind und daß der Ingenieurstand ein Teil des gesamten Volkes ist. Unser Volk hat sich auseinandergelebt, weil der eine kein Verständnis mehr für den anderen aufbringen konnte. Die Wissenschaft hat sich zum Teil vom Volk entfernt, weil das Volk kein Verständnis mehr für die Wissenschaft hatte, aber auch die berufenen Träger der Wissenschaft nicht mehr das nötige Verständnis für das Volk aufzubringen imstande waren. Daran wollen wir denken.

Wir wollen auch ferner daran denken, daß die Technik nicht um ihrer selbst willen da ist, sondern wie alles, was in Deutschland besteht, nur dazu da ist, dem Volke, der Gesamtheit unserer Volksgenossenschaft, zu dienen. Wir dienen dem Volke nicht einfach dadurch, daß wir das Ergebnis unseres Wissens, die angewendete Wissenschaft, dem Volk zur Verfügung stellen oder verkaufen, sondern wir dienen dem Volk auch dadurch, daß wir stets die lebendige Gemeinschaft zwischen dem Vorwärtsdringen des Forschers und dem Vorwärtsdringen des Volkes in seiner natürlichen Entwicklung zu gestalten wissen.

Es ist nicht nötig, darauf hinzuweisen, was in dieser Beziehung in der Vergangenheit versäumt worden ist. Wenn aber der Wille in uns lebendig ist, das Versäumte nachzuholen, wenn wir unsere ganze Kraft dareinsetzen, die bestehende Schlucht zu überbrücken und auszufüllen, und wenn wir unser ganzes weiteres Leben, Handeln und Arbeiten so einstellen, daß dieser große Gesichtspunkt voransteht, dann sind wir auf dem richtigen Wege, dann sind wir wirklich ein dienendes Glied im neuen Deutschland.

Daß auch der heutige Abend dazu beitragen möge, Verständnis zwischen den einzelnen Gruppen von Ingenieuren, die bisher nicht zu einander finden konnten zu wecken, ist mein Wunsch. Auf der anderen Seite glaube ich, daß kein Teil unserer Wissenschaft so einseitig ist, daß nicht auch andere Wissenchaftler aus ihm etwas lernen könnten. Ich nehme an, daß gerade das Thema des heutigen Abends, das ich besonders begrüße, diesen Zweck erfüllen wird.

Ich hatte ursprünglich beabsichtigt, etwas längere Ausführungen zu machen. Da wir aber in der Zeit beschränkt sind, möchte ich darauf verzichten. Ich hoffe, daß dem heutigen Versuch weitere Versuche folgen werden, und hoffentlich mit noch größerem Erfolg als heute abend. (Lebhafter Beifall.)

Vorsitzender: Ich danke dem Herrn Vorredner für seine Worte und möchte noch einiges hinzufügen. Die Gefahr, daß die neue Richtung das Niveau der Vorträge herabsetzen könnte, glaube ich von seiten des Elektrotechnischen Vereins ruhig widerlegen zu können. Wir haben von jeher den Wert darauf gelegt, unserer Arbeit bis auf den Grund zu gehen, also gute Forscherarbeit zu leisten, und wir werden auch, ohne befürchten zu müssen, von anderen Seiten mißverstanden zu werden, diesen Weg weitergehen. Ich glaube aber bemerkt zu haben — das möchte ich persönlich sagen —, daß unsere Einladungen zu unseren Veranstaltungen, die wir sehr häufig auch an andere Verbände gerichtet haben, vielleicht nicht immer mit der nötigen Aufmerksamkeit entgegengenommen worden sind. Wir hätten ruhig mehr Gäste vertragen können, als zu uns gekommen sind. Ich glaube, wir werden nach den Worten des Herrn Vorredners das Glück haben, künftig unsere Arbeiten einem größeren Kreise vortragen zu können.

Ich darf nun noch kurz einige geschäftliche Mitteilungen machen. Gegen den Bericht über die ordentliche Vereinsversammlung am 26. März sind keine Einwendungen eingegangen. Der Bericht ist somit angenommen. Seit dieser Sitzung sind 22 Neuanmeldungen eingegangen. Eine Liste liegt hier aus.

Am 7. Mai wird unser Verein in Gemeinschaft mit der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens eine außerordentliche Vereinsversammlung veranstalten, in der Herr Prof. Dr. Jonkheer G. J. Elias aus Delft, Holland, vortragen wird über: „Untersuchungen und Probleme der Ionosphäre".

Wir kommen nun zum 4. Punkt der Tagesordnung, zu dem Vortrag des Herrn Dir. Dr.-Ing. Buff über das Thema: „Die Bedeutung der Groß-Elektrowärme-Geräte für Technik und Wirtschaft". Ich darf Herrn Dr. Buff bitten, das Wort zu nehmen.

(Folgt Vortrag.)

Vorsitzender: Der Beifall der Versammlung hat Ihnen, Herr Dr. Buff, gezeigt, daß Ihr Vortrag alle befriedigt hat, und zwar entgegen Ihrer Befürchtung auch Ihre engeren Fachkollegen. Ich glaube nicht zu viel zu sagen, wenn ich behaupte, daß gerade die Elektrotechniker, die nicht Ihre Fachkollegen im engeren Sinne sind,

Digitized by Google

d. h. Spezialisten für Wärmeerzeugung, wie z. B. die Konstrukteure, Maschinenbauer und Bahnleute, Ihre Ausführungen mit Dankbarkeit entgegengenommen haben, weil Sie uns Dinge vorgetragen haben, von denen wir zwar gehört haben, die wir aber im einzelnen nicht kennen gelernt haben, denn die Spezialisierung und das Arbeitstempo der heutigen Zeit zwingen uns, uns auf unsere eigene Arbeit zu beschränken. Ich glaube ferner den Gedanken zur Erwägung stellen zu dürfen, den heutigen Vortrag, der natürlich wegen der ungeheuren Reichhaltigkeit und Fülle der Probleme sehr gedrängt war, zu einer Vortragsreihe zu erweitern. Es würde m. E. für den Elektrotechnischen Verein ein sehr dankbares Thema sein und auch viele Zuhörer finden.

Ich eröffne nun die Diskussion und bitte die Herren, die namentlich zu dem zweiten Teil noch etwas zu sagen haben, das Wort zu nehmen.

(Diskussion folgt.)

Vorsitzender: Wünscht noch jemand das Wort? — Das scheint nicht der Fall zu sein. Die Ausführungen von Herrn Prof. Knoops in Verbindung mit dem Vortrag von Herrn Dr. Buff scheinen also so eindrucksvoll gewesen zu sein, daß tatsächlich nichts dagegen zu sagen ist. Wenn ich annehme, daß auch die Herren von der anderen Fakultät hier anwesend sind, so ist wohl zu schließen, daß auch sie überzeugt sind.

Indem ich nochmals Herrn Dr. Buff im Namen der Versammlung meinen Dank ausspreche, schließe ich die Sitzung. Heil Hitler!

(Lebhafter Beifall.)

Neuanmeldungen des Elektrotechnischen Vereins e. V.

Böttger, Werner, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Bumann, Erich, Elektroing., Bln.-Charlottenburg.
Cochlus, Horst, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Franke, Walter, Ingenieur, Bln.-Neukölln.
Gese, August, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt.
Hoesch, Walter, Dr.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Kuntze, Albert, Dipl.-Ing., Spremberg (Niederlausitz).
Laun, Franz, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Marquart, Joachim, Ingenieur, Bln.-Siemensstadt.
Martin, Hans, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt.
Müller, Friedr. W., Dipl.-Ing., Bln.-Treptow.
Nestel, Werner, Dr.-Ing., Bln.-Eichkamp.
Rehse, Ernst, Ingenieur, Bln.-Baumschulenweg.
Remde, Friedr., Dipl.-Ing., Bln.-Mariendorf.
Richter, Richard, Elektroing., Hohenleipisch.
Ritz, Chr., Obering., Bln.-Charlottenburg.
Salzmann, Benno, Fabrikdirektor a. D., Bln.-Tempelhof.
Seip, Willy, Dipl.-Ing., Bln.-Steglitz.
Scherrieble, Adolf, Dipl.-Ing., Bln.-Blankenburg.
Schönhammer, Karl Fritz, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Willgut, Imre, Oberingenieur, Neufahrland bei Potsdam.
Zimmermann, Gustav, Dipl.-Ing., Berlin.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Oberschlesien, Hindenburg O/S. 28. V. (Di), 17 h, Büchereisaal der Donnersmarckhütte: „Der Erdschluß, seine Gefahren und seine Bekämpfung." Obering. Groezinger.

VDE, Gau Niederrhein, Krefeld. 1. VI. (Sa), a) 15 h: Besichtigung der Tagesanlagen der Zeche Friedrich Heinrich in Lintfort bei Moers. b) 18 h: Gauversammlung im Kasino der Zeche mit Vortrag „Die Entwickl. d. Ruhrgebiets im Laufe von 2000 Jahren". Dr. Spethmann. Anmeldungen bis spättestens 27. V. an die Geschäftstelle: M.-Gladbach, Viersener Straße 80, erbeten.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 24. V. (Fr), 17 h 30 m, gr. Hörsaal Phys. Inst. Universität Berlin, Reichstagsufer 7/8: „Theoretische Betrachtungen über den Atomkern." W. Heisenberg.

Verein deutscher Gießereifachleute, Berlin. 1. u. 2. VI. (Sa u. So): Hauptversammlung in Berlin mit 7 Vorträgen. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin NW 7, Friedrichstraße 100.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Ermittlung der Festigkeit elektrischer Freileitungen auf Grund des Reißdiagrammes.

In der ETZ 56 (1935), S. 201, ist mit dem Titel „Ermittlung der Festigkeit elektrischer Freileitungen auf Grund des Reißdiagrammes" von Dipl.-Ing. Béla Prause, Budapest, ein Aufsatz erschienen. Die in diesem Aufsatz enthaltenen Gleichungen 1 und 2 werden auf eine Veröffentlichung von Johann Singer in der E. und M. 1930, S. 525, zurückgeführt. Richtigstellend muß ich bemerken, daß die fraglichen Gleichungen erstmalig in der ETZ 40 (1919), S. 466, in meinem Aufsatz, betitelt „Über den Durchhang von Freileitungen", veröffentlicht wurden, und zwar in der Grundform der Gleichung 9. Aus diesem Aufsatz haben dann Singer und ein großer Teil der den Durchhang von Freileitungen behandelnden technischen Literatur die Behandlung des Durchhangproblems mit Hilfe des prozentuellen Durchhanges (φ) übernommen. Die Berechnung des Durchhanges mit Hilfe der Verhältniszahl $\frac{\text{Durchgang}}{\text{Spannweite}}$ 100 wurde in diesem Aufsatz erstmalig behandelt.

Budapest, 26. II. 1935.

Dr.-Ing. Oskar Szilas.

Erwiderung.

Auf die w. Zuschrift von Herrn Dr.-Ing. Oskar Szilas habe ich folgendes zu bemerken: Bei den Gleichungen 1 und 2 berufe ich mich deshalb auf J. Singer, weil diese Art der graphischen Auflösung zuerst von ihm eingeführt wurde und mein Artikel sich an seine Ausführungen anschließt. Weil J. Singer an der erwähnten Stelle der E. und M. sich auf einen Artikel E. Seefehlners beruft, wo alle Literaturangaben zu finden sind, habe ich es nicht für nötig gehalten, umfangreiche Literatur anzugeben. Die Grundgleichungen zur Berechnung der Beanspruchung und Durchhang von Freileitungen stammen von R. Weil, der prozentuale Durchhang wurde dann von Dr.-Ing. Oskar Szilas erstmalig eingeführt.

Budapest, 9. III. 1935. Dipl.-Ing. Béla Prause.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher Elektrizitäts-Holdinggesellschaften*).

Aus den Geschäftsberichten für 1934 bzw. 1933/34.

Zu I. Elektricitäts-Lieferungsgesellschaft.

In den inländischen Werken und Tochtergesellschaften war im Geschäftsjahr eine Steigerung der Stromabgabe von rd. 27 % gegenüber dem Vorjahre zu verzeichnen. Von den ausländischen Gesellschaften war bei der „Elektricitätslieferungsgesellschaft m. b. H., Eger", die Stromabgabe um 6,1 % von 13,9 auf 14,8 Mill kWh gestiegen. Bei der „Westböhmischen Elektrizitätswerke AG." ist die nutzbare Stromabgabe durch Ausfall eines Großabnehmers um 3,5 % von 9,4 auf 9,0 Mill kWh zurückgegangen. Die Absatzverhältnisse bei den türkischen Tochtergesellschaften haben sich im abgelaufenen Geschäftsjahre gebessert. Die Strompreise mußten jedoch auf Veranlassung der türkischen Regierung weiter gesenkt werden. Von der „Ankara Elektrik Türk A. S., Ankara", wurden 8,6 gegen 8,3 Mill kWh im Vorjahre abgegeben. Durch den Ausfall eines Großabnehmers tritt die viel günstigere Entwicklung im Kleinabnehmerverbrauch in diesen Zahlen nicht deutlich in Erscheinung. Die „Adana Elektrik Türk A. S., Istanbul",

*) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 1215.

Digitized by Google

Die **fettgedruckten** Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1934 bzw. 1933/34, die *schräggedruckten* auf das Jahr 1933 bzw. 1932/33.

Werte in 1000 RM.

Name der Gesellschaft	I. Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft Berlin (Letzter Bericht: ETZ 55 (1934) S. 1215)	II. Ges. für elektrische Unternehmungen — Ludw. Loewe & Co. AG., Berlin (Letzter Bericht: ETZ 55 (1934) S. 1215)	III. Elektrizitäts-AG. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. Main (Letzter Bericht: ETZ 54 (1933) S. 867)	IV. Elektrische Licht- u. Kraftanlagen AG., Berlin (Letzter Bericht: ETZ 54 (1933) S. 1179)
Geschäftsjahr	Jan./Dez.	Jan./Dez.	Juli/Juni	Juli/Juni
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**13 182** / *12 753*	**26 855** / *26 229*	**506** / *554*	— / —
II. Beteiligungen	**27 181** / *38 073*	**106 893** / *100 367*	**29 820** / *30 517*	**35 116** / *32 162*
III. Umlaufsvermögen				
1. Vorräte	**249** / *255*	**1 720** / *2 190*	**71** / *58*	— / —
2. Effekten	**1 627** / *320*	**6 785** / *9 598*	**656** / *967*	**2 676** / *571*
3. Forderungen				
a) an abhängige u. Konzerngesellschaften	**17 865** / *15 239*	**7 883** / *11 364*	**6 408** / *5 665*	**4 148** / *7 345*
b) an sonstige Schuldner	**4 596** / *5 870*	**4 427** / *4 272*	**387** / *202*	— / *1 520*
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	**714** / *115*	**10 424** / *13 198*	**1 661** / *3 940*	**2 915** / *2 892*
Summe III.	**25 051** / *21 799*	**31 239** / *40 622*	**9 183** / *10 832*	**9 739** / *12 328*
1934 bzw. 1933/34 gegen Vorjahr in %	+15	−23,5	−15	−21,2
B. Passiva				
I. Grundkapital	**26 040** / *40 040*	**80 010** / *80 010*	**22 000**[1] / *22 000*[1]	**30 030** / *30 030*
II. Reservefonds	**0 031** / *6 154*	**17 543** / *17 543*	**2 106** / *2 012*	**5 280** / *5 280*
III. Unterstützungsfonds	**900** / *900*	**4 800** / *3 600*	— / —	— / —
IV. Rückstellungen	**1 827** / *1 418*	**3 467** / *2 460*	**1 026** / *864*	— / *500*
V. Wertberichtigungen	**17 372** / *12 234*	**12 530** / *10 630*	— / —	— / —
VI. Verbindlichkeiten				
1. aus Hypotheken, Schuldverschreibungen, langfristige Darlehen	**6 357** / *8 484*	**20 893** / *24 098*	**10 747** / *11 053*	— / —
2. gegenüber abhängigen und Konzerngesellschaften	**3 862** / *798*	**10 031** / *9 408*	**392** / *487*	**7 394** / *6 686*
3. Sonstige	**1 497** / *613*	**9 470** / *14 751*	**2 439** / *4 470*	**200** / *191*
Summe VI.	**11 716** / *9 895*	**40 394** / *48 257*	**13 578** / *16 010*	**7 594** / *6 877*
1934 bzw. 1933/34 gegen Vorjahr in %	+18	−16,4	−15	+10,1
Bilanzschlußzahl	**65 555** / *72 811*	**185 056** / *167 648*	**40 492** / *42 903*	**44 856** / *44 493*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	**787** / *798*	**2 088** / *1 144*	**243** / *204*	**261** / *194*
II. Zinsen	**111** / *118*	**808** / *995*	**606** / *623*	— / —
III. Abschreibungen	**1 240** / *1 933*	**3 097** / *3 237*	**1 002** / *79*	**468** / *1 663*
IV. Jahresreingewinn	**1 502** / *2 035*	**5 236** / *4 072*	**1 648** / *1 882*	**1 531** / *1 343*
V. Dividende	**5%** / *5%*	**6%** / *5%*	**7%** / *8%*	**6½%** / *6%*
VI. Jahresreinverlust	— / —	— / —	— / —	— / —

hatte eine Stromabgabe von 2,6 gegen 1,8 Mill kWh im Vorjahre. Anfang Oktober 1934 ist die ELG eine Arbeitsgemeinschaft mit der „Allgemeinen Lokalbahn- und Kraftwerke AG., Berlin", eingegangen. Zwecks Stärkung ihrer Beteiligung hat die Gesellschaft einen Betrag von rd. 2 Mill RM u. a. zur Aufnahme von Aktien der Thür. Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft, der Bay. Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft, der Grube Leopold AG. aufgewendet.

Zu II. Gesellschaft für elektr. Unternehmungen Ludw. Loewe & Co. AG.

Die eigenen Elektrizitätswerke konnten den Stromverkauf infolge Mehrbedarfs der industriellen und gewerblichen Abnehmer um 18 % erhöhen. Die Anzahl der Abnehmer stieg bei den Elektrizitätswerken um rd. 3 %. Im neuen Geschäftsjahr ist aus der Zunahme des Haushaltsverbrauchs an Elektrizität ebenso wie an Gas die erhöhte Kaufkraft der Abnehmer zu erkennen. Die Beteiligungen erhöhten sich durch Übernahme von jungen Aktien der „Amperwerke Elektricität AG." sowie durch Zukäufe von Aktien der „Neckarwerke AG.", der „Schlesischen Elektricitäts- und Gas-AG.", der „Elektrizitätswerk Schlesien AG." sowie der „Elektricitätswerk Süd-West AG."

Zu III. Elektrizitäts-AG. vorm. W. Lahmeyer & Co.

[1]) Rückständige Einlage auf das Grundkapital in Höhe von 834 450 RM.

Der Stromabsatz ist im laufenden Geschäftsjahr bei den Elektrizitätswerken gegenüber dem Vorjahre gestiegen, zum großen Teil jedoch durch Abgabe erheblicher Mengen an Industrie und Gewerbe zu niedrigen Preisen. Die Straßenbahnen hatten gegen das überaus ungünstige Jahr 1932 einen weiteren Rückgang aufzuweisen. Die Anstrengungen der Verwaltung, für die Bauabteilungen wesentliche Aufträge mit langer Laufzeit, wie sie sich für Kraftwerksbauten ergeben, hereinzubringen, hatten bisher keinen Erfolg. Während die Bautätigkeit im allgemeinen zunahm, hatte die weitere Durchführung der Verbundwirtschaft in der Elektrizitätsversorgung Deutschlands zur Folge, daß die Errichtung neuer Kraftwerke nur in sehr beschränktem Maße möglich war. Die Bemühungen um Erbauung neuer Werke im Ausland scheiterten vornehmlich aus währungspolitischen Gründen. Die Länder, die Elektrizitätsbedarf haben, sind nicht in der Lage, die erforderlichen Kapitalien aufzubringen, während die kapitalkräftigen Länder nicht geneigt sind, die notwendigen Gelder auf lange Sicht zu investieren.

Zu IV. Elektrische Licht- und Kraftanlagen AG.

Für die der Gesellschaft nahestehenden Werke wird für das Kalenderjahr 1933 eine Steigerung des Absatzes um rd. 4½ % berichtet. Die aufsteigende Entwicklung hat im ersten Halbjahr 1934 angehalten, in dem eine Zunahme des Elektrizitätsabsatzes um 17 % gegenüber der Vergleichszeit des Vorjahres zu verzeichnen war. Wenn diese Absatzsteigerung auch im wesentlichen eine Folge der Besserung der Geschäftslage der Industrieabnehmer war, so hat nunmehr auch der Absatz an die Kleinabnehmer eine bemerkenswerte Zunahme erfahren. Der Stromabsatz im ersten Halbjahr 1934 war der höchste, den die Werke bisher erzielt haben. Viel später und in erheblich geringerem Umfange als bei den Versorgungsbetrieben setzte sich der wirtschaftliche Aufschwung bei den Verkehrsgesellschaften durch. Die rückläufige Bewegung der Verkehrszahlen kam erst im Laufe des Winters zum Stehen. Die Zunahme der Beteiligungen geht auf die Übernahme von nom. 3,2 Mill RM neuer Aktien der R. Stock & Co., Spiralbohrer-, Werkzeug- und Maschinenfabrik AG. zurück. *wt.*

Berichtigung.

Wie die AEG mitteilt, ist in dem Bericht „Der Schnelldampfer „Scharnhorst" im Ostasiendienst" auf S. 573, H. 20, der ETZ d. J., ein Fehler zu berichtigen: Die Elektromotoren für den Antrieb der Schiffsschrauben haben jeder (nicht insgesamt) eine Nutzleistung von 13 000 PS.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955 56.

Abschluß des Heftes: 17. Mai 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 30. Mai 1935** **Heft 22**

Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom.

Von **Adolf Matthias**, Berlin.

Übersicht. Dem Problem der Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom wird in letzter Zeit erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet. Verfasser behandelt den heutigen Stand der Ausführungsmöglichkeit und die bei günstiger Weiterentwicklung zu erwartenden Vorteile an Hand einer Betrachtung der einzelnen Anlageteile und der betrieblichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte.

I. Einleitung.

In der Zeit der Uranfänge der elektrischen Kraftübertragung hat Thury sein Seriensystem mit hochgespanntem Gleichstrom entwickelt; eine derartige Anlage aus jener Zeit ist noch heute nach mehr als 50 Jahren in Betrieb[1]). v. Dolivo Dobrowolsky, der durch seine Mitarbeit an der Entwicklung und Einführung der Drehstrom-Kraftübertragung zu hohem Ansehen gekommen ist, hat sich nicht gescheut, am Ende seines Schaffens für die Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom einzutreten[2]), und hat noch selbst versucht, eine technisch brauchbare Lösung des Umformungsproblems zu finden. Von Lord Kelvin wird gesagt, daß er den Gedanken nie aufgegeben habe, daß der Gleichstrom die natürlichste Stromart für die Fernkraftübertragung sei[3]). In den letzten Jahren sind erneut mehrfach Stimmen laut geworden, die für die Gleichstromübertragung eintreten. Zweck der Arbeit soll sein, einen Überblick über den heutigen Stand der Vorarbeiten für Gleichstromübertragungen in Deutschland zu geben. Ein solcher Überblick bedingt, daß der sichere Boden der Tatsachen nicht zugunsten unsicherer Zukunftspläne verlassen wird. Dadurch könnte der gesunde Kern der Entwicklung nur zerstört werden und an einer guten Sache bei ernsthaften Fachleuten Zweifel hervorgerufen werden.

Man ist sich darüber klar, daß ein so weitverzweigter Parallelbetrieb, wie er bei Wechselstrom mit seiner bequemen ruhenden Transformierung möglich ist, bei reiner Gleichstromübertragung und Verteilung wenig Aussichten hat. Außerdem ist der Drehstrom für motorische Antriebe besonders geeignet. Da man auch nicht das gewaltige, in den Verteilungsanlagen investierte Kapital neu aufbringen könnte, denkt man bei solchen Erörterungen im allgemeinen nicht daran, für die Verteilung den Drehstrom aufzugeben, sondern teilt dem Gleichstrom nur die Aufgabe zu, die Energiezufuhr aus weiter Entfernung zu übernehmen. Anderseits vollzieht sich auch die Energieerzeugung in bereits mit hohem Kapitalaufwand errichteten Kraftwerken mit Drehstrom verhältnismäßig günstig. Man faßt daher das Problem so auf, aus Drehstrom hochgespannten Gleichstrom zu machen, diesen fortzuleiten und an einigen wenigen Stellen in Drehstrom zurückzuverwandeln. Auszunehmen mögen einige von Thury erörterte Sonderanwendungen sein, bei denen das Seriensystem mit Generatoren stark wechselnder Drehzahl die Ausnutzung bisher vernachlässigter Energieformen, z. B. Ebbe und Flut, erleichtert.

Erfreuliche Fortschritte sind in den letzten Jahren in der Umformung gemacht worden. Sie haben die Aussichten der Gleichstrom-Fernübertragung erheblich gefördert. Der Abstand zwischen der erreichten Leistung und der für eine zweckmäßige Anwendung erforderlichen Mindestleistung ist aber noch sehr groß und seine Überbrückung wird noch beträchtliche Entwicklungsarbeiten erfordern. Zweifellos lohnt es aber, das Ziel fest im Auge zu behalten und an den vielerlei Aufgaben in der Zwischenzeit weiterzuarbeiten, welche auch außer der Umformungsfrage noch zu lösen sind, um die wirtschaftlichen Möglichkeiten voll auszunutzen.

II. Aussichten der Umformung von Drehstrom in Gleichstrom.

Die maschinelle Erzeugung des Gleichstroms wird mit Maschinen üblicher Bauart kaum je in so großen Leistungseinheiten in Frage kommen, wie für den vorliegenden Zweck erforderlich ist. Der von Highfield[4]) beschrittene Weg, ruhende Transformatorwicklungen in Verbindung mit Kommutatoren zu bringen, deren Stromabnehmer rotieren, scheint nicht weiter verfolgt worden zu sein. Aus der Fülle ähnlicher Vorschläge, die gemacht worden sind, mögen sich Entwicklungsmöglichkeiten bieten, die noch nicht erschöpft sind. In Deutschland wird z. Z. wohl kaum in dieser Richtung gearbeitet.

Eine andere Art der mechanischen Schaltung benutzt den Nadelgleichrichter, bei dem die Stromabnahme bei sehr hoher Spannung über kurze Luftstrecken erfolgt und zur Aufladung von Kondensatoren verwandt wird[5]). Er hat zu Prüfzwecken weitgehende Anwendung gefunden. Leider ist aber durch Abbrand und Kurzschlußgefahr die Stromstärke bei derartigen Stromabnehmern auf die Größenordnung von etwa 1 A beschränkt. Die Parallelschaltung vieler solcher Nadeln mit Vorkehrungen zur gleichmäßigen Stromverteilung wäre wohl denkbar, aber sicherlich recht umständlich.

Hochvakuumventilröhren haben den Vorteil einer recht hohen Sperrspannung; sie ist bis auf 400 kV hinaufgetrieben worden, so daß man bei mäßigen Ansprüchen an den Sicherheitsgrad mit einer Betriebsgleichspannung von 150 kV je Röhre rechnen könnte. Die Reihenschaltung mehrerer Röhren ist unter geeigneten Vorsichtsmaßnahmen möglich. Leider ist die Stromstärke noch sehr beschränkt. Ebenso ist der nicht unbeträchtliche Spannungsabfall hinderlich. Ausgeführt hat man in Deutschland derartige Ventile mit Glühkathoden aus Wolfram für etwa 400 kV Sperrspannung und für Stromstärken von 0,25 A. Auf Grund der dabei gemachten Erfahrungen glaubt man ohne wesentliche weitere Entwicklungsarbeiten äußerst bis auf 3 A zu kommen.

Ein Satz aus zwei solchen Röhren würde dann immerhin schon 1 MW leisten können. Eine Kraftübertragung für 50 MW würde also ohne Reserven an jedem Ende mindestens 100 Röhren brauchen, eine stattliche Zahl, wenn man bedenkt, daß sie wegen beschränkter Lebensdauer nach einigen tausend Betriebsstunden neu beschafft werden müßten.

Der Anreiz zur Verwendung dieser Röhren ist also z. Z. noch recht gering. Die noch mangelnde Kurzschlußfestigkeit hofft man durch Gittersteuerung zu erreichen.

---

[1]) Thury, ETZ 51 (1930) S. 114.
[2]) v. Dol. Dobrowolsky, ETZ 40 (1919) S. 1.
[3]) J. S. Highfield, J. Instn. electr. Engr. 38 (1907) S. 471.
[4]) Highfield, Ber. d. 1. Weltkraftkonf. 1924, Band 3, S. 1225.
[5]) Sehr beachtenswert ist die von Boekels [ETZ 55 (1934) S. 603] für Prüfzwecke angegebene Abart, bei welcher eine ganze Reihe kurzer, auf einer gemeinsamen Welle angeordneter Nadeln zwischen die einzelnen Spulen des Transformators geschaltet werden und so bei mäßiger Umfangsgeschwindigkeit und geringem Raumbedarf sehr hohe Spannungen bequem gleichzurichten gestatten.

Digitized by Google

Bei gasgefüllten Röhren mit fremdgeheizter Glühkathode, auf welche man ebenfalls schon erhebliche Entwicklungsarbeit verwendet hat, ist eine Belastbarkeit von etwa 10A bereits erreicht worden, man hofft, in absehbarer Zeit etwa auf 50 A kommen zu können. Diese Zahlen beziehen sich auf Sperrspannungen von 20 kV mit Gittersteuerung und 40 kV ohne solche. Die Leistung für einen Satz aus 2 Röhren würde also nach Abschluß der erhofften Entwicklung den für die Hochvakuumventile genannten Betrag etwa erreichen. Unter der Annahme, daß Reihen- bzw. Parallelschaltung in beiden Fällen ohne erhebliche Schwierigkeiten möglich sein würde, würde man etwa auf die gleiche Röhrenzahl kommen. Gasgefüllte Röhren haben aber den Vorteil geringen Spannungsabfalles. Den gleichen Vorzug haben Quecksilberdampf-Gleichrichter. Für letztere spricht auch, daß man mit ihnen schon langjährige Betriebserfahrungen bei hohen Strömen hat sammeln können. Die Beherrschung höherer Sperrspannungen verlangt aber leider auch hier Herabgehen auf mäßige Stromstärken und ist auch dann noch schwierig, wenn man nicht für äußerste Reinheit der Anoden und sehr niedrigen Gasdruck sorgt. Es ist aber bereits gelungen, in einem einzigen Eisengefäß die Gleichspannung bis auf 60 kV zu treiben bei einer Leistung von 2 MW. Trotz dieses sehr beachtlichen Fortschrittes wird man auch hierbei vorläufig nur durch Zusammenschalten einer großen Zahl solcher nicht ganz einfachen Geräte zu den erforderlichen Leistungen gelangen.

Besonderes Interesse hat die Entwicklung des Marxschen Lichtbogenstromrichters gefunden, über dessen gegenwärtigen Entwicklungstand Marx und seine Mitarbeiter verschiedentlich berichtet haben[6]). Dieses Gerät hat den Vorzug robuster Bauart und hat sich bei Laboratoriumsversuchen bisher sehr günstig verhalten. Sie haben gezeigt, daß sich mit ihm einerseits hohe Strombelastungen, anderseits auch hohe Sperrspannungen in einem einzigen Element beherrschen lassen, und es ist anzunehmen, daß auch die gleichzeitige Anforderung beider unter praktischen Betriebsverhältnissen keine grundsätzlichen Schwierigkeiten machen wird, zumal die erzeugte Wärme einerseits durch die Preßluft, anderseits durch Wasserkühlung der Elektroden bequem abgeführt werden kann. Die der Abnutzung unterworfenen Elektroden können verhältnismäßig leicht ausgewechselt werden; Reservesätze wird man ohnehin aufstellen. Das Verhalten bei heftigen Netzkurzschlüssen wird man noch erproben müssen. Wenn auch über die unter praktischen Betriebsverhältnissen erreichbare Dauerleistung noch kaum endgültige Angaben gemacht werden können, so scheint es doch, daß unter den bisher bekannten Gleichrichtern der Marxsche Lichtbogenstromrichter die meisten Aussichten hat, in absehbarer Zeit für die Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom in Betracht zu kommen.

III. Aussichten der Rückumformung von Gleichstrom in Drehstrom.

Die Rückumformung des Gleichstroms in Drehstrom ist grundsätzlich bei allen genannten Einrichtungen möglich. Es müssen dazu in dem gewünschten Takt arbeitende Steuereinrichtungen angewendet werden, wie man sie bereits bei Quecksilberdampf-Stromrichtern unter Verwendung von Steuergittern eingeführt hat[7]). Allerdings macht es z. Z. noch gewisse Umstände, Wechselspannung von einigermaßen reiner Sinusform zu erreichen. Bei dem Marxschen Gerät ist die Rückumformung bereits in längerem Versuchsbetrieb laboratoriumsmäßig erprobt worden.

In allen Fällen ist es auch möglich, durch zusätzliche Einrichtungen Blindleistung über die gleiche Leitung zu übertragen. Um Anlagen und Betriebsführung möglichst einfach zu halten, sollte man sich m. E. bemühen, mit reiner Wirkleistungsübertragung auszukommen. Man strebt ja auch bei Drehstrom-Kraftübertragungen an, durch die Erzeugung des Blindstroms im Versorgungsgebiet die Leitung von ihm zu entlasten.

[6]) Marx, ETZ 51 (1930) S. 1089, ETZ 53 (1932) S. 737; Marx und Buchwald, ETZ 55 (1934) S. 861; Buchwald, Z. VDI 78 (1934) S. 737. Marx, Erwin, Lichtbogenstromrichter für sehr hohe Spannungen und Leistungen, 1. Aufl. Berlin: Springer 1932.

[7]) R. Tröger, Elektr. Bahnen 8 (1932) S. 51.

Interessant ist aber die sowohl von E. Kirch[8]) als auch von Wilhelm Vogel[9]) gefundene Tatsache, daß das günstige Verhalten der Kabelisolation gegenüber Gleichspannungsbeanspruchung auch dann mehr oder weniger erhalten bleibt, wenn Wechselspannung übergelagert wird, vorausgesetzt daß dessen Amplituden nicht so groß werden, daß Richtungswechsel eintritt.

IV. Grundsätzliches zur Leitungsanordnung.

Im Hinblick auf die eingangs vorausgesetzte Problemstellung soll das Reihensystem mit konstantem Strom, wie z. B. das System nach Thury, hier nicht erörtert werden. Beim Parallelsystem ist zwischen fünf möglichen Anordnungen zu unterscheiden:

1. Hin- und Rückleitung ohne jede Erdung,
2. Hin- und Rückleitung mit geerdeter Mitte,
3. Hin- und Rückleitung mit geerdetem Mittelleiter,
4. Hinleitung und geerdete Rückleitung,
5. Hinleitung und Erdrückleitung.

Für die Entscheidung sind vor allem folgende Gesichtspunkte wichtig:

a) Vermeidung der Potentialverschiebung durch Erdschluß,
b) Vermeidung des Kurzschlußstromes durch Erdschluß,
c) Vermeidung von elektrolytischen Störungen,
d) Vermeidung von Schwachstromstörungen,
e) Erhöhung der Betriebsicherheit durch Einfachheit,
f) Herabsetzung der Anlagekosten,
g) Herabsetzung der Betriebskosten.

Zu diesen Gesichtspunkten ist im einzelnen zu sagen:

a) und b) lassen sich nicht gleichzeitig erfüllen, so daß man zwischen ihnen auswählen muß. Je höher man die Spannung wählt, um so vorteilhafter wird die Festlegung der Potentiale gegenüber Erde vom Standpunkt der sicheren und wirtschaftlichen Isolierung; darum hat man ja auch für Drehstromanlagen höchster Spannung die feste Nullpunktserdung ernstlich erwogen. Anderseits gewinnt man durch die völlige Isolierung der Anlage bei Gleichstrom einen Vorteil, den man bei Wechselstrom nicht hat: Solange kein Doppelerdschluß entsteht, wird an der Fehlerstelle so wenig Strom übergehen, daß Gefahren durch den Spannungstrichter nach Abklingen des Ausgleichstromes nicht bestehen. Man könnte also unbesorgt den Betrieb bis zur Auffindung des Fehlers weiterführen.

Zu c). Elektrolytische Störungen durch Ableitungsströme sind nach den Erfahrungen, welche man bisher mit Gleichstromanlagen geringerer Spannung gemacht hat, bei gesunder Isolation kaum zu befürchten. Bei Benutzung der Erde als Rückleitung wird man zwar mit allmählicher Zerstörung der Erdelektroden rechnen müssen; die öftere Auswechselung zweckmäßig angeordneter Elektroden würde aber keine großen Kosten verursachen. Da in größeren Entfernungen von den Erdern sich der Strom schon stark verteilt hat, so wird auch für Rohrleitungen aller Voraussicht nach keine Gefährdung entstehen, weil die Stromdichte den in Vorschriften als Höchstwert angegebenen Betrag von 0,5 mA/dm² an den Rohrleitungen selbst bei ziemlich hohen Strömen nicht erreichen wird. Auch in der Umgebung der Erder sind Schwierigkeiten wahrscheinlich zu vermeiden, wenn man die Erder in größere Tiefe legt und die Nähe von Rohrleitungen vermeidet.

Zu d) ist zu hoffen, daß Schwachstromstörungen bei gut geglättetem Strom- und Spannungsverlauf im normalen Betriebe wohl auch dann nicht zu erwarten sein werden, wenn man die Erde als Rückleitung benutzt, vorausgesetzt, daß man die Erdungen zweckmäßig anlegt (Tiefenerder). Es müßte aber noch sorgfältig nachgeprüft werden, in welchem Ausmaße durch Störungen oder auch Belastungstöße entstehende Ausgleichströme unüberwindliche Schwierigkeiten[10]) machen. Da von der Mitbenutzung der Erde zur Potentialfestlegung und Stromleitung wesentliche wirtschaftliche Vorteile zu erwarten sind, dürfte es sich dringend empfehlen, recht bald einen Versuch in großem Maßstabe zu machen, um die Frage ihrer Zulässigkeit praktisch zu erproben. Der befriedigende Ausfall solcher Versuche soll im folgenden vorausgesetzt werden, um die Vorteile, welche sich bezüglich der Gesichtspunkte e) bis g) im günstigsten Falle erreichen lassen, zu zeigen.

[8]) E. Kirch, Bericht an die diesjährige CIGRE.

[9]) Nach persönl. Mitteilung.

[10]) Rüdenberg, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 5 (1927) H. 3 S. 1.

Digitized by Google

Auf Grund dieser Erörterungen läßt sich nun zu den eingangs aufgezählten Anordnungen folgendes sagen:

Die Anordnungen 3 und 4 haben keine praktische Bedeutung, weil der Hauptteil des Stromes doch aus dem geerdeten Leiter in das Erdreich übertreten würde. Die Anordnung 1 müßte gewählt werden, wenn man auf jeden Fall vermeiden möchte, daß jeder Erdschluß Kurzschlußbeanspruchungen hervorruft. Nimmt man aber diesen Übelstand in Kauf, so kann man Ersparnisse durch Vereinfachung der Anlage erreichen, von denen man einen Teil wieder zur Erhöhung der Sicherung gegen Erdschlüsse und Kurzschlüsse aufwenden kann. Man hat dann zwischen den Anordnungen 2 und 5 zu entscheiden. Beim Vergleich derselben wird man davon ausgehen, in beiden Fällen die gleiche höchsterreichbare Spannung gegen Erde und damit dieselben Isolatoren anzuwenden. Dann kann die gewünschte Stromrichterschaltung die Entscheidung zugunsten der symmetrischen Anordnung 2 mit geerdeter Mitte beeinflussen. Zieht man jedoch ohne Rücksicht hierauf den Vergleich nur vom Leitungstandpunkt, so dürfte die Anordnung 5 mit einem einzigen isolierten Leiter und Erdrückleitung den Vorzug verdienen. Der ohmsche Widerstand der Rückleitung beschränkt sich nämlich praktisch auf die Erdungstellen und kann leicht auf wenige Ohm herabgesetzt werden. Fällt damit der Stromleitungsverlust in der Erdrückleitung nahezu fort, so besteht in bezug auf die Stromleitungsverluste praktisch kein Unterschied zwischen einer Anordnung nach 2 und einer nach 5, aber mit doppeltem Querschnitt. Dann liegt aber kein besonderer Anreiz mehr vor, die bei Anordnung 2 vorgesehenen beiden isolierten Leiter auf entgegengesetzte Spannung gegen Erde zu bringen. Bei gleichem Potential kann man sie auf gemeinsamen Isolatoren anordnen oder zu einem Leiter verschmelzen. Die Stromdichte ist dann dieselbe, der Aufwand an Isolatoren die Hälfte. Der größere Durchmesser ist vom Standpunkt der Durchbruchsfeldstärke ohnehin erforderlich; praktisch werden die Verhältnisse so liegen, daß ein einziger Volleiter an die Stelle von zwei Hohlleitern treten würde. Der Leitungsaufbau würde dabei wesentlich einfacher und die Ableitungsverluste würden geringer. Es besteht also ein großes Interesse daran, zu klären, ob die Erdrückleitung zugelassen werden kann.

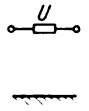
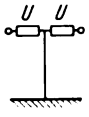
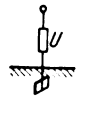
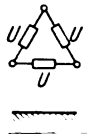
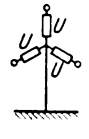
In den meisten Anwendungsfällen wird Energiefluß in beiden Richtungen in Frage kommen. Dann muß man bei Stromrichtern, welche den Strom nur in einer Richtung durchlassen, diese umschaltbar machen oder man muß die Richtung der Spannung umkehren. Der Marxsche Lichtbogenstromrichter läßt beide Stromrichtungen zu.

V. Leistungsverhältnis Gleichstrom zu Drehstrom.

Der Hauptanreiz für die Anwendung der Gleichstrom-Kraftübertragung mit hohen Spannungen liegt im Fortfall der Ladeströme im Betrieb. Dadurch wird es im Gegensatz zum Drehstrom ohne die dort erforderlichen Kompensationseinrichtungen theoretisch möglich, die Betriebspannung so hoch zu treiben, daß der Spannungsabfall ohne Zusatzspannung in erträglicher Höhe bleibt. Bei den meisten theoretischen Arbeiten treten die Vorteile des Gleichstromes beim Vergleich deshalb nicht deutlich genug in Erscheinung, weil die Verfasser nicht bis an diese Spannungsgrenze gehen. Setzt man aber voraus, daß die künftige Entwicklung der Umformung das ermöglicht, so kommt man beim Vergleich auf die in Tafel 1 dargestellten Leistungsverhältnisse. Darin sind folgende Anordnungen gegenübergestellt:

α) Gleichstrom-Anordnung 1; Hin- und Rückleitung ohne jede Erdung,
β) Gleichstrom-Anordnung 2; Hin- und Rückleitung mit geerdeter Mitte,
γ) Gleichstrom-Anordnung 5; Hinleitung und Erdrückleitung,
δ) Drehstrom-Anordnung mit isoliertem Nullpunkt,
ε) Drehstrom-Anordnung mit geerdetem Nullpunkt.

Tafel 1. Verlust, Baustoffausnutzung und Leistung bei verschiedenen Übertragungsarten.

	Stromart und Leiteranordnung		Verlust und Baustoffausnutzung	Leistung
α		Gleichstrom Hin- und Rückleitung ohne jede Erdung	$p = \frac{2RI^2}{UI}$ $= 2\frac{s}{\lambda}\frac{L}{U}$	$N = p\frac{1}{2R}U^2$ $= p\frac{\lambda Q}{4L}U^2$
β		Gleichstrom Hin- und Rückleitung, Mitte geerdet	$p = \frac{2RI^2}{2UI}$ $= \frac{s}{\lambda}\frac{L}{U}$	$N = p\frac{2}{R}U^2$ $= p\frac{\lambda Q}{L}U^2$
γ		Gleichstrom Hinleitung und Erdrückleitung	$p = \frac{R'I^2}{UI}$ $= (1+x)\frac{s}{\lambda}\frac{L}{U}$	$N = p\frac{1}{(1+x)R}U^2$ $= p\frac{\lambda Q}{(1+x)L}U^2$
δ		Drehstrom Nullpunkt isoliert	$p = \frac{3RI^2\sqrt{2}}{\sqrt{3}UI\cos\varphi}$ $= \frac{\sqrt{6}}{\cos\varphi}\frac{s}{\lambda}\frac{L}{U}$	$N = p\frac{\cos^2\varphi}{R}\frac{U^2}{2}$ $= p\frac{\lambda Q}{3L}\cos^2\varphi\frac{U^2}{2}$
ε		Drehstrom Nullpunkt geerdet	$p = \frac{3RI^2\sqrt{2}}{3UI\cos\varphi}$ $= \frac{\sqrt{2}}{\cos\varphi}\frac{s}{\lambda}\frac{L}{U}$	$N = p\frac{3\cos^2\varphi}{R}\frac{U^2}{2}$ $= p\frac{\lambda Q}{L}\cos^2\varphi\frac{U^2}{2}$

U Nennspannung der Isolation gegen Erde (bei Drehstrom deren Amplitudenwert)
I Nennstrom im Leiter
R Widerstand eines Leiters
N Nennleistung
L Streckenlänge
Q Gesamtquerschnitt der Leitung
$R' = (1+x)R$ Widerstand eines Leiters zuzüglich der Erdrückleitung
s Stromdichte im Leiter
λ Leitfähigkeit des Leiters
p relativer Stromwärmeverlust
Generator oder Umformer oder Verbraucher

In allen Fällen α) bis ε) ist mit U der Höchstwert der Nennspannung bezeichnet, für welchen die Isolation gegen Erde bemessen ist. Von vornherein ist die Gleichspannung dadurch im Vorteil, daß bei ihr der Effektivwert, der in die Leistungsformel eingeht, mit dem Scheitelwert, für den die Isolation zu bemessen ist, zusammenfällt. Dadurch kommt schon bei sonst gleichen Verhältnissen die doppelte Übertragungsleistung zustande.

Als Verluste sind in allen Fällen nur die reinen Stromleitungsverluste im Gleichstromwiderstand berücksichtigt.

Die erste Formelspalte zeigt, daß man bei gleichem zugelassenen relativen Leistungsverlust p das Leitermaterial mit um so höherer Stromdichte ausnutzen kann, je höher man die Spannung im Verhältnis zur Streckenlänge wählt, vorausgesetzt, daß man noch nicht an die Erwärmungsgrenze kommt. Natürlich sind die Anordnungen α) und δ), bei denen das Erdpotential nicht festgelegt ist, ungünstiger, da man die Isolation nicht voll ausnutzen kann. Der Fall γ) ist nur wenig ungünstiger als β), da $(1+x)$ sich nicht viel von 1 unterscheiden wird.

Der doppelte Einfluß der Spannungssteigerung auf die Leistung — einmal unmittelbar und das andere Mal durch Ermöglichung der höheren Stromdichte — kommt in den Leistungsgleichungen der 2. Spalte durch die quadratische Abhängigkeit der Leistung von der Spannung zum Ausdruck.

Für gleiches Gesamtgewicht an Leitermaterial sind auch hier β) und ε) am günstigsten, γ) steht wieder nicht weit hinter β) zurück. Wenn man noch damit rechnen könnte, daß bei Gleichspannung die feste Erdung eines Punktes sich als zulässig ergeben würde (Fall β), während man sie bei Drehstrom bisher nicht angewendet hat (Fall δ), so würde man bei den angenommenen Spannungs-

Digitized by Google

verhältnissen mit Gleichstrom statt der doppelten sogar die sechsfache Drehstromleistung übertragen können, vorausgesetzt allerdings, daß die erhöhte Stromdichte noch keine Erwärmungschwierigkeiten macht. Weitere Steigerungsmöglichkeiten ergeben sich dadurch, daß — wie noch gezeigt wird — die Isolation bei Gleichspannung eher noch etwas höher beansprucht werden kann als hier angenommen ist.

Zu welch günstigen Verhältnissen man kommen würde, wenn sich tatsächlich die im vorstehenden gemachten Voraussetzungen erfüllen würden, zeigt das folgende **Beispiel** für eine Freileitung mit Erdrückleitung. Als Betriebspannung sei 400 kV gegen Erde angenommen, als Entfernung 500 km; für die Erdrückleitung sei ein sicher ausreichender Zuschlag von 5 bis 10% zur Leitungslänge gemacht. Es sei mit einem Aluminiumseil gerechnet. Bei $p = 0{,}1$ ergibt sich dann für je 100 mm² Seilquerschnitt eine Übertragungsleistung von 100 MW. Die Stromdichte beträgt dabei 2,5 A/mm²; das Leitermaterial ist also sehr hoch ausgenutzt, und es würde sicherlich den Kapitaldienst nicht übermäßig belasten, wenn man die Stromdichte herabsetzen würde und damit proportional den Leitungs- und Spannungsverlust noch unter den angenommenen Wert von $p = 0{,}1$.

VI. Grundsätzliche Isolationsfragen.

Das Verhalten der Isolierstoffe ist wegen der Mannigfältigkeit der bei elektrischen Beanspruchungen auftretenden Erscheinungen und der Verschiedenheit der verwandten Baustoffe trotz der eifrigsten Forschungstätigkeit der letzten Jahre noch nicht so übersehbar, daß ein sicherer zahlenmäßiger Vergleich zwischen dem Verhalten bei Gleich- und Wechselspannung gezogen werden könnte. Er würde auch wohl für die verschiedenartigen Isolierstoffe stark verschieden ausfallen. Ohne Zweifel sind aber in mancherlei Hinsicht die Verhältnisse bei Gleichspannung wesentlich günstiger.

Nach Fortfall der Umelektrisierungsverluste verbleibt nur der einen kleinen Bruchteil von ihnen ausmachende reine Ableitungsverlust. Damit wird die Wärmeerzeugung im Dielektrikum und damit die Gefahr des Wärmedurchschlags ganz wesentlich herabgesetzt. Vergleiche der Durchschlagsfestigkeit, die sich auf gleiche Temperatur beziehen, haben nach den Ergebnissen einiger Forscher bei einer Reihe von Stoffen keinen Unterschied zwischen Gleich- und Wechselspannung ergeben. Für Kristalle in festem Verband und für amorphen Quarz scheint das sichergestellt zu sein. Bei inhomogenen Stoffen, insbesondere bei zusammengesetzten organischen Isolierstoffen, welche auch flüssige und gasförmige Bestandteile in Form von unerwünschten Einschlüssen enthalten, sind aber erhebliche Unterschiede zugunsten des Gleichstroms festgestellt worden. Das ungünstigere Verhalten bei Wechselstrom soll durch Folgeerscheinungen von Ionisierungsvorgängen hervorgerufen werden, insbesondere auch durch mit ihnen zusammenhängende mechanische Beanspruchungen.

Sehr zu beachten sind die Vorgänge, welche mit dem bekanntlich bei Isolierstoffen vorwiegenden elektrolytischen Charakter der Stromleitung zusammenhängen. Bei Gleichspannung entsteht dadurch in Flüssigkeiten und meist auch in festen Isolierstoffen eine teilweise Selbstreinigung von freien Ionen; nach dem Anlegen der Spannung nimmt infolgedessen der Strom allmählich ab. Die vielfach durch Sondenmessungen festgestellte, in der Regel auf Polarisationserscheinungen beruhende ungleichmäßige Feldverteilung entlastet gewöhnlich das Innere durch Erhöhung der Feldstärke in den äußeren Schichten, in denen die Verlustwärme besser abgeführt wird.

Der Stofftransport durch Elektrolyse wird in der Regel wegen seiner Geringfügigkeit in guter Isolation nicht befürchtet. Eine Nachrechnung an Hand der Ableitungsverluste, die an einem Kabel für 100 kV Wechselspannung bei 140 kV Gleichspannung tatsächlich gemessen worden waren, hat ergeben: Nimmt man an, daß der Strom bei Vorliegen eines geeigneten Elektrolyten Kupfer auf der Kabelseele niederschlagen würde, so würde bei gleichmäßiger Niederschlagsdichte erst nach 50 Jahren eine Kupferschicht von 10^{-4} mm Dicke entstanden sein. Die bei Versuchen an Kristallen beobachtete Dendritenbildung dürfte nur bei technisch nicht interessierenden Dielektriken und da auch wohl nur an Spitzen oder bei hoher Temperatur eine Rolle spielen.

Auch die Überschlagsverhältnisse sind bei Gleichspannung günstiger. Die, wenn auch schwachen, Oberflächenströme scheinen in der Regel eine bessere Feldverteilung zu geben als die Verschiebungsströme. Die Bedingungen für die Ausbildung ungünstig verteilter feldverzerrender Oberflächenladungen sind aber noch wenig durchforscht. Günstig ist bei wenig welliger Gleichspannung der Fortfall der Gleitfunken und ihrer Nebenwirkungen.

Eine wichtige grundsätzliche Frage ist es, inwieweit man Vorteile der Gleichstromisolierung ausnutzen darf, ohne die Isolation durch übergelagerte Überspannungen beliebigen zeitlichen Ablaufs zu gefährden. Zur Beurteilung solcher Gefährdungen müßte die Kennlinie, welche die Durchbruchspannung als Funktion der Beanspruchungszeit bei einpoligen Stößen darstellt, bis zur Dauerbeanspruchung mit Gleichspannung weitergeführt werden.

VII. Isolatoren.

Die Beherrschung der inneren Beanspruchung der Isolatoren wird bei Gleichspannung nach vorstehendem sicher leichter sein als bei Wechselspannung. Für die Überschlagsverhältnisse wird es wichtig sein, durch Formgebung die Ausbildung der Oberflächenentladung günstig zu beeinflussen. Systematische Untersuchungen nach dieser Richtung liegen wohl für Gleichspannung noch kaum vor, obwohl das Schrifttum schon eine Reihe Messungen aufweist.

Einige orientierende Versuche sind auf Veranlassung des Verfassers im Hochspannungsinstitut der Technischen Hochschule Berlin von H. Drubig und K. Werner an drei verschieden geformten Durchführungsisolatoren aus Porzellan durchgeführt worden, die für Wechselspannungsanlagen mit 25 kV Nennspannung gebaut waren. Die drei Typen hatten folgende Merkmale:

Tafel 2.

Type	A	B	C
Überschlagsweg	188 mm	190 mm	187 mm
Außendurchmesser	109 mm	108 mm	110 mm
Oberflächengestaltung	an beiden Enden kurze Verdickungen	an beiden Enden 2 vorspringende Wülste mit einer Zwischenrille	etwas stärkere Verdickungen als bei A
Innenkonstruktion	hohl, m. Hartpapierrohr, Innendurchmesser des Porzellankörpers bis 90 mm	mit Ausgußmasse angefüllt, um den Bolzen Filzringe	hohl, Innendurchmesser des Porzellankörpers bis 94 mm

Die Ergebnisse sind mit denen aus entsprechenden Wechselspannungsversuchen (Scheitelwerte) verglichen worden. Die Verhältniszahlen sind in folgender Tafel gegenübergestellt. Darin bedeutet pos. bzw. neg., daß der Bolzen am positiven bzw. negativen Pol lag.

Tafel 3.

Versuche an 3 verschiedenen Durchführungsisolatoren A, B, C		Auftreten von Sprüherscheinungen	Überschlag
Verhältnis der positiven Spannung zur Wechselspannung (Scheitelwert)	A	1,55	1,1
	B	2,3	1,27
	C	1,74	1,13
Verhältnis der negativen Spannung zur Wechselspannung (Scheitelwert)	A	1,48	1,28
	B	2,3	1,74
	C	2,25	1,47
Verhältnis der negativen Spannung zur positiven Spannung	A	0,96	1,17
	B	1,0	1,37
	C	1,3	1,30

Das bisher bekannte Versuchsmaterial zeigt, daß alle untersuchten Typen sich bei Gleichspannung wesentlich günstiger verhalten als bei Wechselspannung, und daß es bei ihnen vorteilhafter ist, den negativen Pol von Erde zu isolieren.

Der starke Polaritätseinfluß gibt die Möglichkeit, durch Anpassung der Isolatorform an die Polarität der Leitung jeweils besonders günstige Verhältnisse zu schaffen, vorausgesetzt daß man bei einer Umkehr der Energierichtung die Polarität der Leitung nicht wechseln muß. Für Gleichspannung verliert die Durchführungsfrage die Schwierigkeiten, mit denen man bei Wechselspannung wegen des Auftretens von Gleitfunken zu kämpfen hat. Durchführung und Stützer können nach gleichen Gesichtspunkten entworfen werden.

Besondere Sorge wird jedoch vermutlich die Verschmutzungsfrage machen. Staubanziehung, bedingt durch Inhomogenität des Feldes, tritt zwar auch schon bei Wechselspannung in Erscheinung. Bei Gleichspannung kann man bei Versuchen mit künstlicher Bestäubung beobachten, wie die Staubteilchen heftig von einer Elektrode zur anderen geschleudert werden. Bei diesen Vorgängen gelangt eine größere Zahl von geladenen Teilchen durch

Digitized by Google

Anziehung auf die Isolatoroberfläche und bleibt bei mäßiger Spannung dort haften. Bei höherer Spannung werden sie abgeschleudert. Solange der Staub noch trocken ist, dürfte er nicht allzu sehr stören. Feuchte Niederschläge, z. B. durch Nebel, machen ihn besonders gefährlich. Man wird durch systematische Untersuchungen die günstigsten Verhältnisse für die Selbstreinigung der Isolatoren suchen müssen.

Solange Dauerversuche nicht zu einem günstigen Ausgang geführt haben, wird man in so gelagerten Fällen mit der betrieblichen Beanspruchung der Isolatoren über den bisherigen Scheitelwert der Wechselspannung vorsichtig sein müssen.

VIII. Freileitungen.

Im Hinblick auf die hohen zur Erörterung stehenden Spannungen wendet man den Koronaerscheinungen besondere Aufmerksamkeit zu. Versuche über Gleichstromkorona sind erst seit wenigen Jahren einigermaßen systematisch betrieben worden; insbesondere sind neben sorgfältigen Laboratoriumsversuchen an dünnen Drähten auch einige Untersuchungen an praktischen Betriebsanordnungen gemacht worden. Faßt man die Ergebnisse zusammen, so ergibt sich etwa folgendes Bild:

An glatten Drähten und auch an Seilen aus glatten Drähten mit unbeschädigter Oberfläche ist die Koronaeinsatzspannung für beide Polaritäten etwa gleich, für negative Leiter eher ein wenig höher. Sie dürfte etwa der bei Wechselspannung im Amplitudenwert am gleichen Leiter auftretenden entsprechen. Wenn die Oberfläche aber nur leicht verletzt ist, so sinkt die Anfangspannung ab, und zwar besonders stark für negative Polarität. Neue Seile haben von der Fabrikation her derartige Verletzungen, die sich nach längerem Gebrauch ausgleichen, so daß alte Seile günstiger sind. Es scheint, daß die Oxydhaut keinen wesentlichen Einfluß hat, sondern durch Ausgleich der Unebenheiten günstig wirkt.

Den Verlauf der Verluste überblickt man am besten, indem man über der Spannung als Abszisse den Wert der Ableitung/Leitungslänge aufträgt, wozu also die gemessenen Ströme durch Spannung und Leiterlänge zu dividieren sind.

Die meisten bisherigen Messungen sind mit zylindrischen Gegenelektroden gemacht, welche den Leiter ziemlich eng umschließen.

Nach Prinz (noch nicht veröffentlichte Diss. an der T. H. München), der umfangreiche Messungen an verschiedenen Drähten und Seilen in Zylindern verschiedenen Durchmessers gemacht hat, sind solche Linien grundsätzlich Gerade.

Bemerkenswert ist, daß die Steilheit des Anstieges dieser Geraden nach Prinz nicht mehr von Leiterform und Oberflächenbeschaffenheit abhängt, auch nicht mehr von der Spannung selbst, und daß die Ableitung dem Quadrat des Abstandes von der Gegenelektrode und der Luftdichte umgekehrt proportional ist.

Versuche von Stockmeyer [Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 13 (1934) H. 2] ebenfalls in Zylindern als Gegenelektrode, allerdings nur für normale Luftdichte durchgeführt, ergaben eine ähnliche Gesetzmäßigkeit, jedoch noch eine mäßige Abhängigkeit des Anstieges von der Spannung.

Marx und Göschel [ETZ 54 (1933) S. 1112] haben in senkrecht hängenden Reusen von 1 m Radius verschiedene Leitungsseile der Praxis mit Gleich- und Wechselspannung gemessen und dabei für negativen Seilpol nur wenig geringere Verluste erhalten als bei Wechselspannung, wenn man bei letzterer die Werte über dem Scheitelwert der Spannung aufträgt. Bei positivem Seilpol waren die Verluste wesentlich geringer.

Im Hochspannungsinstitut Neubabelsberg hat K. Werner auf Veranlassung des Verfassers Messungen an normalen Freileitungsseilen aus Kupfer von 50 mm² ausgeführt, welche im Freien in einem Abstande von 2 m vom Boden ausgespannt waren. Der Strom wurde im Hochspannungspol

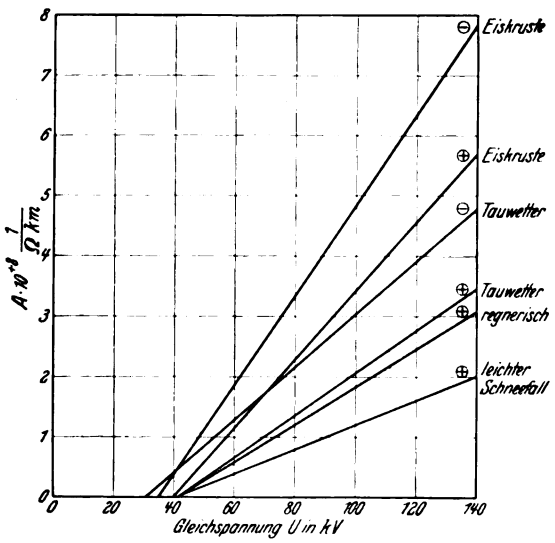
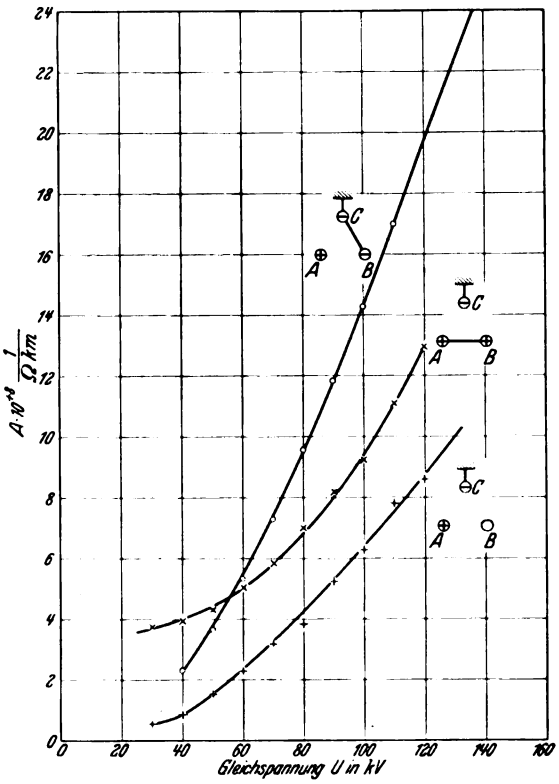
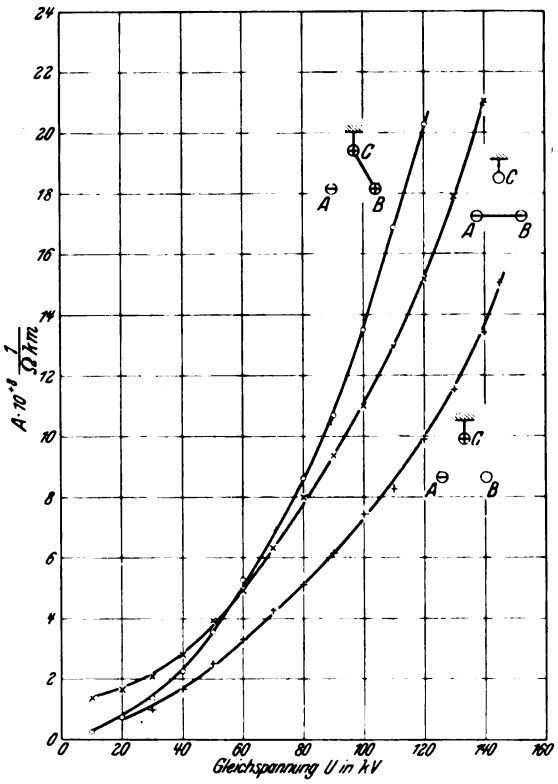


Abb. 1. Koronaableitung eines Freileitungsseils von 50 mm² aus Kupfer, frei aufgehängt in 2 m Abstand von Erde. Relative Luftdichte etwa δ = 1
⊖ Seil am neg. Pol } Gegenpol an Erde
⊕ Seil am pos. Pol }
nach Messungen von K. Werner (Hochspannungsinstitut Neubabelsberg).



relat. Luftdichte δ = 1,03

a



δ = 1,06

b

Abb. 2a und b. Ableitung einer für 100 kV Wechselspannung isolierten Versuchsleitung des Hochspannungsinstitutes Neubabelsberg, gemessen mit Gleichspannung bis 140 kV bei verschiedener Schaltung und Polarität der Leitungsseile, und zwar bei feuchtem Wetter Ende Januar 1935. (K. Werner.)

Digitized by Google

mit abgeschirmten Instrumenten gemessen. Die Ableitungen über Isolatoren wurden so gut wie möglich ausgeschieden. Der Anstieg der Ableitungslinien, in Abb. 1 für einige Fälle über der Spannung aufgetragen, war wie bei Prinz meist etwa geradlinig. Die Einsatzspannung, die sich als ziemlich unregelmäßig ergab, lag mit 30 bis 40 kV etwa in der Höhe des Scheitelwerts bei Wechselspannung, bei positivem Leitungspol war sie im Einklang mit anderen Angaben etwas höher als bei negativem. Die Anstiege der Verlustlinien wechselten ziemlich stark mit den Witterungsverhältnissen, bei positivem Leitungspol waren sie niedriger als bei negativem. Im ganzen blieben sie weit unter den Werten, die von anderer Seite aus Messungen in rings geschlossenen Reusen von 2,00 m Radius abgeleitet werden.

Weiterhin wurden an einer Leitungsstrecke von über 300 m Länge mit mehreren Masten einige Messungen vorgenommen. Diese Leitung bestand aus zwei Leitungsseilen A und B von 50 mm², die an Freileitungsisolatoren für 100 kV Betriebsspannung aufgehängt waren, und einem geerdeten Seil *C* von 35 mm². Die Seilabstände betrugen normal etwa 2 m, an manchen Stellen näherten sich bis auf etwa 1 m. Für verschiedene Schaltungen und Polaritäten sind die aus den Messungen errechneten Ableitungswerte in Abb. 2a und b wiedergegeben. Gegenüber den vorhergehenden Messungen macht sich hier der Einfluß der Isolatoren in einer Erhöhung der Werte und einer Krümmung der Kurven bemerkbar.

Besonders günstige Verhältnisse liegen dann vor, wenn nur an einem Pol Glimmen auftritt. Das dürfte bei den Meßwerten der Abb. 2 im unteren Bereich noch der Fall gewesen sein. Bringt man aber, wie das bei einer Leitung mit zwei isolierten Polen der Fall ist, zwei Drähte mit entgegengesetzter Spannung gegen Erde in gegenseitige Nähe, so sind, sobald an beiden Glimmen einsetzt, die Verluste für beide zusammen rund doppelt so groß wie bei einer geerdeten Zwischenwand trotz gleicher Potentialverteilung, offenbar infolge des Ionenaustauschs zwischen beiden Gebieten.

Das bisher bekannte Versuchsmaterial zeigt, daß die Verluste bei Gleichspannung geringer sind als bei Wechselspannung gleichen Scheitelwertes. Darüber hinaus sinken die Verluste noch weiter bei der Eindrahtleitung gegenüber der Leitung mit zwei isolierten Polen. Führt man die Eindrahtleitung mit Blitzschutzseil aus, so werden bei normaler Bemessung die Verhältnisse gewöhnlich so liegen, daß bei der Betriebsspannung und noch etwas darüber keine Verlusterhöhung durch Glimmen am Blitzschutzseil entsteht, daß diese aber bei hohen Gewitterüberspannungen eintritt, was natürlich zur Abführung der Überspannungsenergie sehr erwünscht ist. Gegenüber der vom Standpunkt der Korona vielfach ausgesprochenen Empfehlung der positiven Eindrahtleitung ist der Vorteil, den die negative Eindrahtleitung in bezug auf die Bekämpfung der Überspannungen durch rasche Steigerung der Verluste mit der Spannung hat, sehr zu beachten. Außerdem liegt die Überschlagspannung erheblich höher als bei der umgekehrten Polarität. Auch bei den Isolatoren ist dieser Vorteil hervorgetreten. Darum scheint es dem Verfasser, daß die endgültige Entscheidung zugunsten der negativen Leitung ausfallen wird, deren Koronaverluste sich bei der Eindrahtleitung bis zu den höchsten Spannungen beherrschen lassen. Auf jeden Fall zeigen die Vergleiche, daß es nützlich sein kann, Bemessung der Leitung und Ausbildung der Isolatoren der Polarität anzupassen.

Der mechanische Aufbau der Freileitung wird für die Eindrahtleitung besonders einfach, aber auch die Zweidrahtleitung läßt sich wesentlich einfacher aufbauen als eine gleichwertige Drehstromleitung[11]).

IX. Kabel.

Während bei hoher Wechselspannung die Anwendung von langen Kabelstrecken durch die unerträglichen Ladeströme entweder ganz unmöglich gemacht oder mit kostspieligen und für die Betriebsführung unbequemen Kompensationseinrichtungen verquickt ist, fallen bei Gleichspannung diese Behinderungen vollkommen fort. Eine große Erleichterung bildet auch der Fortfall zusätzlicher Verluste in der Armierung; dazu kommen die unbestrittenen isolationstechnischen Vorteile[12]), die ein sehr günstiges Verhalten der Gleichstromkabel im Betrieb erwarten lassen.

Auf Grund scharfer Erwärmungsversuche gibt E. Kirch (Fußnote 8) als betriebsmäßig zulässigen Maximalgradienten 20 bis 25 kV/mm an; W. Vogel (Fußnote 9) hält sogar 30 kV/mm für unbedenklich. Das bedeutet eine Steigerung auf das fünf- bis sechsfache gegenüber Wechselspannung. Im Institut des Verfassers wurden an zwei festverlegten, je annähernd 100 m langen Einphasenkabeln für 100 kV Wechselspannung Messungen mit Gleichspannungen bis 140 kV gegen Erde gemacht. Bis zu dieser Spannung ergaben sich unabhängig von der Polarität für die Ableitung Werte unter $2 \cdot 10^{-10} \frac{1}{\Omega\,\mathrm{km}}$. Eine etwa bei dieser Spannung einsetzende Erhöhung war offenbar auf Strahlungsverluste an den Endverschlüssen zurückzuführen.

Über Endverschlüsse aus Hartpapier floß bis 140 kV ein Oberflächenstrom von rd. 10^{-6} A, über solche mit Porzellanüberwurf in Freiluftausführung nur ein geringer Bruchteil davon.

Die besonderen Vorteile des Gleichstromkabels (Fortfall der Ladeströme, geringe Verluste, geringe erforderliche Schichtdicke und damit hohe Strombelastbarkeit und gute Stabilität, Fortfall der zusätzlichen Verluste in der Armatur) machen es überhaupt erst beim Gleichstrom praktisch möglich, lange Freileitungen zu verkabeln.

Dabei hat man vom Kabel aus gesehen volle Freiheit in der Auswahl unter den im Abschnitt IV miteinander verglichenen Stromsystemen. Es ist z. B. möglich, bei Isolierung beider Pole die Leiter ohne zusätzliche Verluste in zwei getrennten Kabeln zu führen oder sie gemeinsam abzudichten und zu armieren; in letzterem Falle können die Leiter bei nicht zu hoher Spannung sektorförmig ausgebildet oder konzentrisch angeordnet werden. Dann wird man aber den äußeren Leiter isolieren müssen, wenn man von ihm erwartet, daß er sich in wesentlichem Maße an der Stromleitung beteiligt. Der Strom wird sonst zum größten Teil den Parallelweg durch die Erde nehmen. Die Eindrahtleitung, bei der das von vornherein vorgesehen ist, dürfte sich in Kabelausführung als besonders vorteilhaft erweisen, da die Störungsmöglichkeiten der Freileitung bei ihr ausscheiden.

X. Schalten und Schalter.

Eine durchgreifende Bearbeitung der Schalterfrage für hochgespannten Gleichstrom steht nach Kenntnis des Verfassers noch aus.

Vielfach wird darauf hingewiesen, daß die zur Erörterung stehenden Umformungseinrichtungen besondere Schalter überflüssig machen, da man durch Steuerung der Entladungstrecke bzw. durch Aussetzung der Zündungen den Kreis schnell stromlos machen kann. Diese Mittel mögen vielleicht bei einfachster Ausgestaltung des Übertragungsystems, zumindest für die ersten Versuchsanlagen, ausreichen. Bei weitergehender Anwendung des hochgespannten Gleichstroms wird sich bald die Notwendigkeit herausbilden, Abzweigstellen einzuführen und mit Schalteinrichtungen auszurüsten.

Auch die zur Erhöhung der Betriebssicherheit notwendige Doppelspeisung über Ringe oder Parallelleitungen macht sofortige selektive Abschaltung einzelner Strecken ohne Unterbrechung des übrigen Betriebes erforderlich.

Darum wird man an der Lösung der Schalterfrage schließlich doch nicht vorbeikommen. Sie ist beim Gleichstrom deshalb so schwierig, weil nicht, wie bei Wechselstrom, der natürliche Durchgang des Stromes durch Null zu Hilfe kommt. Dem Bestreben des Konstrukteurs, durch energisch wirkende Löschmaßnahmen die Schaltarbeit und damit die äußeren Auswirkungen des Lichtbogens zu beherrschen, steht die Gefahr entgegen, durch zu hohe Ausschalt-Überspannungen die Isolation zu gefährden. Bekanntlich ist die Höhe der Ausschaltüberspannung nicht durch die Konstanten des Kreises, sondern durch die Löschspitze der Lichtbogencharakteristik gegeben[13]). Man müßte also, von diesem Gesichtspunkt gesehen, zumindest gegen Ende der Bewegung so langsam schalten, daß man den Lichtbogen nicht unnötig weit auszieht. Welche von den für die Löschung von Gleichstrom-Lichtbögen in Betracht kommenden Mitteln die meisten Aussichten bieten würden, ist schwer vorauszusagen und könnte wohl nur durch systematische Groß-Versuche endgültig entschieden werden.

Die Praxis der Gleichstrom-Leistungsschalter für mäßige Spannung gibt immerhin schon wichtige Anhaltspunkte. Da das Schalten unter Öl wegen des Entstehens von außerordentlich hohen Überspannungsspitzen äußerst ungünstig ist, so würde man wahrscheinlich aussichtsreichere Wege verfolgen müssen. So wird die magnetische Blasung, die in jedem Augenblick in ihrer Wirkung von der Stromstärke abhängig ist, trotz schußartiger Wirkung eine günstige Verteilung der Stromabnahme über die gesamte Abschaltzeit und eine verhältnismäßig niedrige Ausschaltspannungsspitze bewirken. Günstig mag sich auch die Anblasung des Lichtbogens bei zweckmäßiger Druckluftführung auswirken, obschon sich auch hier die Erfahrungen der Wechselstromausschaltung, die im Stromnullpunkt erfolgt, nicht ohne weiteres übertragen lassen. Von den Mitteln der Faltung und Unterteilung des Lichtbogens wird man wegen der zu erwartenden großen Lichtbogenlängen weitgehend Gebrauch machen. Großen Erfolg kann man sich ferner von der stufenweisen Abschaltung versprechen, bei welcher parallel zu einer Reihe von Öffnungsstrecken abgestufte Widerstände lie-

[11]) Matthias, Elektr. Wirtsch. 33 (1934) S. 161, 222.
[12]) E. Kirch, S. 670 dieses Heftes.
[13]) ETZ 40 (1919) S. 84; Aussprache zum Vortrag von M. Dolivo-Dobrowolsky, veröffentl. in ETZ 40 (1919) S. 1, ferner R. Rüdenberg: Elektrische Schaltvorgänge und verwandte Störungserscheinungen in Starkstromanlagen 3. Aufl. Berlin: Springer 1933.

Digitized by Google

gen. Jedes der einzelnen Schaltelemente kann dabei der ihm zugewiesenen Sonderrolle in bezug auf Strom- und Spannungsverhältnisse angepaßt werden.

XI. Schaltanlagen.

Im allgemeinen Aufbau wird die Schaltanlage grundsätzlich dadurch verkleinert und vereinfacht, daß man statt dreier Phasen nur zwei Pole oder vielleicht gar nur einen zu beherrschen hat. Im letzteren Falle würde sogar die Gefahr des Kurzschlusses zwischen zwei Leitern ganz fortfallen, man brauchte sich nur noch mit den Abständen gegen Erde zu befassen. Sammelschiene und Trennschalter würden im Schaltungschema die gleiche Rolle spielen wie bei Drehstrom, auch Leistungschalter, soweit sie in Betracht kämen.

Der Raumbedarf der Unterwerke wird sicherlich durch die Umformungseinrichtungen und etwa noch notwendigen Leistungschalter stark beeinflußt werden.

Bezüglich der Meßeinrichtungen wird eine grundsätzliche Umstellung notwendig sein, da die Übertragung der Meßgrößen über Wandler in Fortfall kommen würde. Für unentbehrliche Meßstellen mit Fernübertragung wird die Technik aber sicherlich leicht Aushilfsmittel entwickeln. So kann man z. B. die Spannungsmessung durch Feldmessung auf der Erdseite mittels kleiner Hilfsmaschinen auszuführen[14]).

Für Relaisschutzsysteme würde man vielleicht mit Vorteil Stromwandler beibehalten. Man könnte mit ihnen zwar nicht die Stromstärke an sich als Ansprechgröße einführen, wohl aber ihre sprunghafte Änderung, und zwar sowohl die Anstiegsteilheit als auch den Integralwert des Sprunges innerhalb einer gewissen Zeit oder eine Kombination von beiden.

XII. Betriebsgesichtspunkte.

Die größte Besorgnis besteht wohl mit Recht bezüglich der Kurzschlußfestigkeit der Umformungseinrichtungen. Man kann zwar noch mit der Abschaltung auf der Drehstromseite rechnen. Es darf aber nicht vergessen werden, daß bei so wichtigen Übertragungsanlagen der geringste Zeitverlust bis zur Wiederinbetriebsetzung schon sehr störend wäre. Darum müßte es doch schon bei einfachster Netzgestaltung angestrebt werden, die parallelarbeitenden Umformer in Betrieb zu halten und, wie bisher üblich, fehlerhafte Strecken in kürzester Zeit beiderseits durch besondere Schalter selektiv abzuschalten. Die im Abschnitt X erwähnten Widerstandstufenschalter würden dabei den Vorteil haben, schon zu Beginn der Ausschaltung durch Herabsetzung der Kurzschlußstromstärke die kurzschlußempfindlichen Anlageteile zu entlasten.

Wenn man den in Abschnitt IV unter b) erwähnten Gesichtspunkt in den Vordergrund schiebt, so müßte man sich zur Verminderung der durch Kurzschlüsse bedingten Abschaltungen dazu entschließen, beide Pole von Erde zu isolieren und auch die Mitte nicht zu erden. Dann würde bei einem Erdschluß nach Abklingen des Entladestromstoßes nur noch ein Ableitungstrom fließen, der keine Auslösungen hervorrufen würde. Bei Freileitungsanlagen wird dieser Strom allerdings dadurch erheblich verstärkt, daß die Potentialverschiebung die Koronaströme des Gegenpols stark erhöht. Wenn dadurch in ausgedehnten Netzen der Lichtbogen nicht schnell genug von selbst erlöschen würde, verbliebe noch das aus früherer Drehstrompraxis bekannte Mittel, durch eine an zentraler Stelle über einen Schalter vorgenommene kurzzeitige Parallelerdung ihn zum Verschwinden zu bringen. Wenn so die leichtere Erdschlußbeherrschung es wünschenswert macht, alles daran zu setzen, die völlige Isolierung durchzuführen, so darf doch nicht übersehen werden, daß mit zunehmender Betriebsspannung isolationstechnische Gesichtspunkte immer mehr auf die Festlegung der Potentiale gegenüber Erde drängen, und daß man auch bei Drehstromanlagen von 380 kV an wahrscheinlich die feste Nullpunkterdung ins Auge fassen müßte. Dann wirkt sich aber jeder Erdschluß als Erdkurzschluß aus, den man am besten dadurch bekämpft, daß man durch möglichst zweckmäßige Isolationsanordnung das Eintreten des Erdschlusses von vornherein auszuschalten sucht. Das wäre am leichtesten möglich, wenn die im Abschnitt IV besonders empfohlene Eindrahtleitung mit Erdrückleitung sich durchsetzen ließe. Die dabei zu machenden Ersparnisse an Isolatoren würden einen höheren Kostenaufwand für die Isolierung des einen Pols gestatten.

In diesem Zusammenhang gewinnen die Maßnahmen gegen Überspannungen besondere Bedeutung. Die Gefahr der Abschaltüberspannungen und die Möglichkeit ihrer Beherrschung durch Stufenschalter ist bereits im Abschnitt X besprochen worden. Auch Einschaltschwierigkeiten könnten durch sie vermieden werden. Schwieriger werden Überspannungen zu beherrschen sein, die durch das Abreißen von Kurzschluß- und Erdkurzschluß-Lichtbögen entstehen.

Soweit man solche Kurzschlüsse nicht durch gute Isolationsanordnung einschränken kann, wird ihre möglichst schnelle Abschaltung, die dann über Widerstände erfolgen kann, unvermeidlich sein. Mittel zur Einleitung schneller Abschaltung sind bereits unter XI erwähnt worden.

Weiterhin wird den Betriebsmann die Regelungsfrage interessieren. Es sind Besorgnisse geäußert worden, weil die durch den Energiefluß bedingten Spannungsabfälle nicht durch Spannungserhöhung infolge kapazitiver Belastung ausgeglichen werden können. Spannungsstufen, wie sie sich bei Wechselstrom durch Zusatztransformatoren leicht einfügen lassen, könnten auf der Strecke nur durch isolierte Seriengeneratoren eingefügt werden. Wenn man jedoch, wie unter IV erörtert, bei günstiger Entwicklung der Umformung erreichen kann, daß der Spannungsabfall längs der ganzen Strecke in erträglichen Grenzen bleibt, dann wird die Regelung sehr einfach, da sie an den Umformungstellen auf der Drehstromseite vorgenommen werden kann. Im Vergleich mit einer solchen Gleichstromübertragung erfordert die kompensierte Drehstromleitung recht verwickelte Regelungseinrichtungen.

XIII. Wirtschaftliche Fragen.

Trotz mannigfacher, nach günstigem Ablauf der Entwicklung zu erwartender Betriebsvorteile würde der Gleichstrom-Fernübertragung doch nicht die Zukunft gehören, wenn sie mit erheblichen wirtschaftlichen Nachteilen belastet würde. Es sind in der Literatur wirtschaftliche Berechnungen zu finden, welche an ausführlichem Zahlenmaterial derartige Befürchtungen zu zerstreuen suchen. Es darf aber nicht übersehen werden, daß die Unterlagen für solche Rechnungen mehr oder weniger aus der Luft gegriffen sind. Sicher ist nur, daß man an der Leitungsanlage so erhebliche Ersparnisse machen würde, daß die auf gleiche Übertragungsleistung bezogenen Leitungskosten bei gleicher Ausführungsart auf einen Bruchteil herabgesetzt würden, und daß eine Doppelkabelleitung mit Erdrückleitung billiger werden würde als eine gleichwertige Drehstromdoppelleitung bisheriger Bauart. Die Kosten für die reinen Schaltanlagen (ohne Umformungseinrichtungen) wird man bei der z. Z. noch herrschenden Unklarheit über deren Ausführung vorsichtshalber nicht geringer als bisher einsetzen. Wie hoch aber die zusätzlichen Kosten für Umformung und Rückumformung werden können, entzieht sich, solange die technische Verwirklichung noch keine klarere Gestalt angenommen hat, der Beurteilung. Man kann vermuten, daß solche Einrichtungen, wenn sie überhaupt vom Standpunkt der Unterbringung und Betriebsführung handliche Größenverhältnisse bekommen sollen, bei den herrschenden Materialpreisen und Löhnen unmöglich soviel kosten könnten, wie die besser zu schätzenden Einsparungen an Leitungskosten ausmachen.

Ähnliche Betrachtungen gelten für die Umstellung vorhandener Anlagen. Derartige Umstellungen beanspruchen deshalb besonderes Interesse, weil sie den besten Weg darstellen, unter Ausnutzung vorhandener Leitungen zunächst mit mäßigen Leistungen Erfahrungen zu sammeln.

Wenn man z. B. eine 100 kV-Drehstrom-Doppelleitung von 100 km Länge, deren Erstellung 2 Millionen Mark gekostet haben mag, durch Übergang auf hochgespannten Gleichstrom nur auf das Doppelte ihrer Leistung bringen würde, so hat man die weiteren 2 Millionen Mark, welche eine zweite Ergänzungsleitung kosten würde, eingespart. Dieser Betrag stände für die zusätzlichen Umformungseinrichtungen an beiden Enden zur Verfügung. Tatsächlich würde man die Leistung sogar noch auf mehr als das Doppelte steigern können. Dabei wäre eine solche umgestellte Leitung nicht einmal mit allen Vollkommenheiten einer von Anfang an für Gleichstrom gebauten Leitung ausgestattet. Man sieht bereits aus dieser oberflächlichen Betrachtung, daß es durchaus verlohnt, dem Gleichstromproblem auf den Leib zu rücken.

Weniger sicher läßt sich die wirtschaftliche Seite der Betriebsführung übersehen. Die vereinfachte Leitungsanlage wird sicher geringere Kosten für Unterhaltung und Wartung beanspruchen. Dem stehen aber höhere Unkosten für Unterhaltung und Ersatz von Teilen der Umformeranlage gegenüber; insbesondere würden bei

[14]) Matthias, Elektr. Wirtsch. 25 (1926), vgl. bes. Abb. 5, S. 300.

Digitized by Google

Verwendung von Röhren die laufenden Ersatzkosten ins Gewicht fallen. Beim Lichtbogenstromrichter dürften die Ersatzkosten wohl in mäßigeren Grenzen bleiben, da im allgemeinen nur Elektroden auszuwechseln sein würden. Erst nach Abschluß der Entwicklungsarbeiten wird man aber ernstlich über solche Betriebskosten urteilen können. Kapitalersparnisse würden natürlich auf jeden Fall auch die Betriebskosten entsprechend günstig beeinflussen.

XIV. Zusammenfassung und Ausblick.

Der große Anreiz, den der hochgespannte Gleichstrom für Kraftübertragungszwecke bietet, liegt in der Leitungsanlage und ist ein doppelter:

Freileitungen werden wesentlich einfacher und, auf gleiche Leistungsfähigkeit bezogen, erheblich billiger.

Kabel treten durch den Übergang zum hochgespannten Gleichstrom überhaupt erst praktisch in die Reihe der Energieübertragungsmittel für größere Entfernungen. Sie werden hierfür nicht nur technisch möglich, sondern auch wirtschaftlich tragbar. Sie lassen eine hohe Betriebssicherheit erwarten.

Die Umformung bildet den Kern der ganzen Aufgabe. Sie ist nicht soweit gelöst, daß mit der Errichtung lebenswichtiger Übertragungen mit hochgespanntem Gleichstrom in nächster Zeit begonnen werden könnte. Wohl aber sind in den letzten Jahren Fortschritte auf dem Umformungsgebiet gemacht worden. Quecksilberdampf-Gleichrichter und vor allem der Marxsche Lichtbogenstromrichter sind dabei in den Vordergrund gerückt. Wenn es auch noch erhebliche Entwicklungsarbeit und Entwicklungskosten erfordert, bis solche Einrichtungen für größere Übertragungsleistungen betriebsicher erstellt werden können, so steht doch der Zeitpunkt nahe bevor, an dem kleinere Versuchsanlagen eingerichtet und praktischen Betriebsbeanspruchungen ausgesetzt werden können. Ein solches Vorgehen wäre zur Beschleunigung der Weiterentwicklung sehr wichtig.

Nachdem an einer solchen Probeanlage sichere Unterlagen über die Leistungs- und Betriebsverhältnisse gewonnen sind, wird man dazu übergehen, besondere Leitungsstrecken unter Berücksichtigung der Gesichtspunkte zu errichten, welche die Überlegenheit des Gleichstroms voll hervortreten lassen. Die Zwischenzeit sollte man aber zu vorbereitenden Entwicklungsarbeiten hierfür ausnutzen.

Auch auf dem Gebiete der Schaltanlagen ist noch mancherlei Vorarbeit zu leisten, unüberwindliche Schwierigkeiten dürften hier aber kaum auftreten. Die größte Aufgabe in dieser Hinsicht besteht darin, die Schalterfrage zu einer betrieblich und wirtschaftlich brauchbaren Lösung zu bringen.

Schrifttum:

1. Brown, H. D. Les redresseurs à vapeur de mercure munis de grilles de commande. Berichte des Int. El. Kongr. Paris 1932, 5, S. 773.
2. Brown, H. D. Grid controlled Mercury-arc rectifiers. Gen. electr. Rev., 35 (1932) S. 439.
3. Buchwald, H. Über Lichtbogengleichrichter für sehr hohe Spannung nach Marx. Elektrotechn. u. Maschinenb., 50 (1932) S. 553.
4. Buchwald, H. Der Marx-Stromrichter. Z. VDI, 78 (1934) S. 737.
5. Burger, O. Berechnung von Gleichstrom-Kraftübertragung, Springer, Berlin 1932.
6. Caldwell, C. u. Bartlett, G. A new tool for power distribution. Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 105.
7. Calverley. The transvertor, paper read before the Dick Kerr Engineering Society, Preston, 5th December 1924 and before the Stafford Engineering Society 18th February 1927. Engineering, 117 (1924) S. 563.
8. Dahl, M. F. Cables or overhead lines for longdistance transmission. Berichte der Weltkraftkonf. Berlin 1930, 14, S. 133.
9. Delon, M. J. Évolution dans la technique des câbles souterrains. Berichte des Int. El. Kongr. Paris 1932, 6, S. 587.
10. Ehrensperger, Ch. Quelques caractéristiques des soupapes à vapeur de mercure travaillant comme redresseurs réversibles. Berichte der Hochsp.-Konf. Paris 1933, 1, Bericht 14.
11. Ekström, V. Technical economical comparison between transmission of electricity by A. C. and D. C. Berichte der Weltkraftkonf. Stockh. 1933, 2. S. 620.
12. Feinberg, R. Zur Theorie der Drehstrom-Einphasenumformung mit Gleich- und Wechselrichtern. Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 200.
13. Forwald, H. Elektrischer Zugbetrieb bei 15 kV-Gleichstrom. Elektr. Bahnen, 10 (1934) S. 209.
14. Glaser, H. The influence of the form of current on the transmission problem. Berichte der Weltkraftkonf. Berlin 1930, 14, S. 248.
15. Glaser, H. Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom durch Kabel. Brown Boveri Nachr., 18 (1931) S. 169. Referat ETZ 53 (1932) S. 969.
16. Goscbruch, W. Die Aussichten der Gleichstrom-Kraftübertragung. ETZ 53 (1932) S. 453.
17. Goscbruch, W. Kraftübertragung auf große Entfernung bei verschiedenen Stromarten. ETZ 52 (1931) S. 689.
18. Hafner, H. La valve à vapeur de mercure avec grille de contrôle et son emploi comme redresseur réversible. Rev. gén. Électr., 32 (1932) S. 297.
19. Herskind, C. C. Grid controlled rectifiers and invertors. El. Engng., 53 (1934) S. 926.
20. Hull, A. W. New valves and their applications. Gen. electr. Rev., 35 (1932) S. 622.
21. Hull, A. W. Hot-cathode thyratrons. Gen. electr. Rev., 32 (1929) S. 398.
22. Kaar, J. J. 750-kW High-voltage rectifier. Gen. electr. Rev., 32 (1929) S. 473.
23. Kerr, E. Neue Anwendungen des gesteuerten Groß-Gleichrichters. Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 22 (1931) S. 533.
24. Lübcke, E. u. Klemperer, H. Steuerbedingungen von gittergesteuerten Gasentladungen (Ionensteuerrohre). Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 67.
25. Lübcke, E. Gasgefüllte Verstärker und Ionensteuerröhren. ETZ 52 (1931) S. 1513.
26. Marx, E. und Buchwald, H. Weiterentwicklung der Lichtbogenventile. ETZ 55 (1934) S. 861.
27. Marx, E. und Göschel, H. Koronaverluste bei hoher Gleichspannung. ETZ 54 (1933) S. 1112.
28. Marx, E. Ein Stromrichter für sehr hohe Spannung und Leistung. ETZ 53 (1932) S. 737.
29. Marx, E. Lichtbogenstromrichter für sehr hohe Spannung und Leistungen. (Mit Schrifttumsverzeichnis am Ende.) Springer, Berlin 1932.
30. Marx, E. Gleichrichter sehr hoher Wechselspannung. ETZ 51 (1930) S. 1089.
31. Matthias, A. Technische und wirtschaftliche Probleme bei Leitungsanlagen für höchstgespannten Gleichstrom. Elektr. Wirtsch. 33 (1934) S. 161, 222.
32. Meyer, K. Die Beanspruchung von Glühkathodenventilen bei ihrer Verwendung in verschiedenen Schaltungen. ETZ 53 (1932) S. 858.
33. Meyer-Delius. Die Blindleistungen in Gleich- und Umrichteranlagen. Elektr. Wirtsch., 31 (1932) S. 101.
34. Meyer-Delius. Die Entwicklung des gittergesteuerten Quecksilberdampfgleichrichters zum Universalumformer. Brown Boveri Nachr., 19 (1932) S. 82.
35. Niethammer, F. Gleichstrom-Hochspannungs-Übertragungen. Elektrotechn. u. Maschinenb., 49 (1931) S. 261.
36. Odermatt, M. A. L'évolution et l'état actuel du redresseur à vapeur de mercure. Berichte des Int. El. Kongr. Paris, 1932, 5, S. 737.
37. Oliven, O. Europas Großkraftlinien. Berichte der Weltkraftkonf. Berlin 1930, 19, S. 30.
38. Ossanna, J. Fernübertragungsmöglichkeiten großer Energiemengen. ETZ 43 (1922) S. 1025.
39. Piloty, H. Wirtschaftlichkeit der Drehstrom- und Gleichstrom-Übertragung. In dem Sammelwerk: Rüdenberg, R. Elektrische Hochleistungsübertragung auf weite Entfernung. Springer, Berlin 1932.
40. Prince, D. C. The direct-current transformer utilizing Thyratron tubes. Gen. electr. Rev., 31 (1928) S. 347.
41. Prince, D. C. The inverter. Gen. electr. Rev., 28 (1925) S. 676.
42. Raschel, A. und Rissmüller, K. Grundlagen und Anwendung der Stromrichter. Elektr.-Wirtsch., 31 (1932) S. 462.
43. Rissik, H. Some aspects of the electrical transmission of power by means of direct current at very high voltages. J. Inst. electr. Engr., 75 (1934) S. 1. Referat: Electrician, 112 (1934) S. 61 u. 63; Engineering, 137 (1934) S. 351.
44. Rissik, H. Super-tension direct current power transmission. Engineer, 155 (1933) S. 430.
45. Rissik, H. Mercury-arc rectifiers; recent developments in their application to heavy duty work. Electr. Rev., 108 (1931) S. 991.
46. Rüdenberg, R. Die Hauptprobleme der Weitübertragung elektr. Energie. Z. VDI, 76 (1932) S. 649.
47. Rüdenberg, R. Les problemes fondamentaux du transport de l'énergie él. à grande distance. Berichte des Int. El. Kongr. Paris 1932, 6, S. 183.
48. Sabbah, C. A. Series-parallel type static converters. Gen. electr. Rev., 34 (1931) S. 288, 580, 738.
49. Schenkel, M. und v. Issendorf, J. Neue Anwendung der Großgleichrichter f. Spannungs- und Leistungsregelung, Energierückgabe, Hochsp.-Übertragung u. Frequenzumformung. Siemens-Z., 11 (1931) S. 142.
50. Schenkel, M. Techn. Grundlagen u. Anwendung gesteuerter Gleichrichter und Umrichter. ETZ, 53 (1932) S. 761.
51. Scherbius, A. Gesichtspunkte für den Vergleich von Energieübertragungen mit Hochspannungs-Gleichstrom und Wechselstrom. ETZ, 44 (1923) S. 657.
52. Schilling, W. Die Berechnung des Parallelwechselrichters bei Ohmscher Belastung. Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 119. Referat: ETZ 56 (1935) S. 486.
53. Schölberg-Henriksen, E. Transmission d'énergie électrique par courant continu à de très hautes tensions. Berichte der Hochsp. Konf. Paris 1933, 1, Bericht 25.
54. Schrottke, F. Über Ölkabel. Siemens-Z., 13 (1933) S. 1.
55. Sitnikoff, M. Sur l'emploi des convertisseurs thermo-ioniques pour le transport de l'énergie électrique par courant continu. Berichte der Hochsp. Konf. Paris 1933, 1, Bericht 9.
56. Spann, H. Câbles pour la transmission à grande distance de l'énergie électrique sous haute tension. Ericsson Technics (1934) Nr. 4.
57. Starke, H. und Schroeder, R. Die Reihenschaltung von Gleichrichterventilen zur Erzeugung sehr hoher Gleichspannung. Arch. Elektrotechn., 26 (1932) S. 301.
58. Steiner, H. C., Gable, A. C. und Maser, H. T. Engineering features of gas filled tubes. Electr. Engng., 51 (1932) S. 312.
59. Stockmeyer, W. Koronaverlust bei hoher Gleichspannung. Wiss. Veröff. Siemens-Konz., 13 (1934) H. 2, S. 27.
60. Stöhr, M. Technische Grundlagen der elastischen Kupplung von Wechselstromnetzen mittels gesteuerter Entladungsgefäße. Arch. Elektrotechn., 26 (1932) S. 143.
61. Stone, C. W. Direct-current transmission a bright promise for the future. Electr. Wld. N. Y., 97 (1931) S. 488. Referat: ETZ, 52 (1931) S. 971.
62. Stuevold-Hansen, B., Kimck, J. und Norstrand, A. Export elektrischer Energie von Norwegen nach Deutschland. Berichte der Weltkraftkonf., Berlin 1930, 16, S. 21.
63. Thury, R. Transmission de force motrice à grande distance par courant continu à haute tension. Bull. schweiz. elektrotechn. Ver., 21 (1930) S. 157.
64. Thury, R. Kraftübertragung auf große Entfernungen durch hochgespannten Gleichstrom. ETZ, 51 (1930) S. 114.
65. Tompkins, F. N. The parallel type inverter. Trans. Amer. Inst. electr. Engr., 51 (1932) S. 707.
66. Tröger, R. Technische Grundlagen und Anwendung der Stromrichter. Elektr. Bahnen, 8 (1932) S. 51.
67. Willis, C. H., Bedford, B. D. und Elder, F. R. Constant current direct current transmission. Electr. Engng., 54 (1935) S. 102.

Digitized by Google

Korona- und Isolatorenverluste bei hoher Gleichspannung in Abhängigkeit von der Witterung.

(Mitteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden.)

Von Erich Kühn, Mannheim.

Übersicht. Auf Grund von angestellten Messungen werden Formeln für die Koronaverluste bei hoher Gleichspannung für trockenes Wetter gegeben. Wie die Untersuchungen weiterhin zeigten, sind die eigentlichen Koronaverluste kaum, dagegen die Isolatorenverluste durch Leckströme außerordentlich stark von den atmosphärischen Verhältnissen (Nebel, Regen, Schnee, Eisansatz) abhängig; sie betrugen im ungünstigsten Falle das 140fache des Wertes für trockenes Wetter. Bei dünnen Stellen stellten sich starke mechanische Schwingungen ein, als deren Ursache der elektrische Wind der sprühenden Gegenelektrode nachgewiesen werden konnte.

Wie bereits in dieser Zeitschrift mitgeteilt[1]), sind an einer Freileitung laufend Messungen über die Koronaverluste beim Betrieb mit hoher Gleichspannung angestellt worden. Es sollte insbesondere der Einfluß der Witterungsverhältnisse klargelegt werden; die Versuche wurden deswegen über ein ganzes Jahr hinweg durchgeführt. Nachstehend sei kurz über ihr Ergebnis berichtet.

Vorversuche in der Hochspannungshalle.

Bei früheren Messungen wurde meistens nur ein Leiter, der innerhalb eines geerdeten Zylinders (Reuse) sich befand, verwendet. Es schien daher nützlich, für mehrere Leiter den Einfluß der Anordnung zu untersuchen; ebenso war der Zustand der Oberfläche (neue oder gealterte Seile) in den Kreis der Betrachtung zu ziehen.

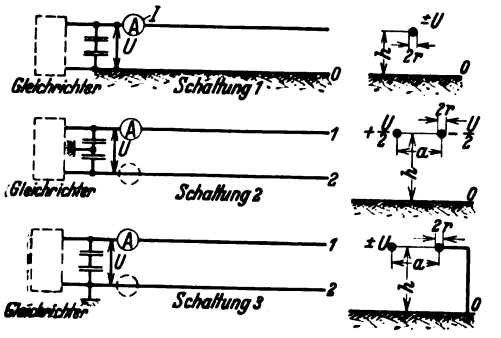


Abb. 1. Die Versuchschaltungen.

Die Versuchschaltungen zeigt Abb. 1. Bei Schaltung *1* war nur ein sprühender Leiter vorhanden, die Gegenelektrode wurde durch den leitenden ebenen Fußboden der Halle gebildet. Der Durchhang des Versuchsleiters betrug nie mehr als 5 % des Abstandes. Bei den Schaltungen *2* und *3* fand Ionisation an zwei entgegengesetzten geladenen Leitern statt, wobei im ersten Falle die Spannungsverteilung der Versuchsleiter gegen Erde symmetrisch, im anderen Falle unsymmetrisch war. Die Gleichspannung wurde teils mit mechanischem[2]), teils mit Glühkathoden-Gleichrichtern erzeugt. Ihre Welligkeit war stets kleiner als 1 %.

Die Messungen an dünner Kupferlitze bei Schaltung *1* ließen deutlich einen Polaritätseffekt erkennen, wie ihn auch Marx und Göschel[3]) feststellten. Die Kurven für positiven und negativen Sprühdraht verlaufen annähernd parallel, unterscheiden sich also nur hinsichtlich der Einsatzfeldstärke $\mathfrak{E}_0$. Die positive Einsatzfeldstärke ist bei allen Leiterdurchmessern mit ziemlicher Genauigkeit um etwa 5 kV/cm größer als die negative.

Die Abb. 2 zeigt einige Meßwerte für die Versuchsschaltung *2* an fabrikneuen genormten Leitungseilen aus Kupfer. In ihr ist die dritte Wurzel aus den Verlusten über der Feldstärke aufgetragen. Hier tritt naturgemäß ein Polaritätseinfluß nicht in Erscheinung. Aus der Abbildung folgt, daß die Verluste sehr gut als kubische Parabeln darstellbar sind, während sie durch eine Formel des Aufbaues, wie sie Stockmeyer[4]) für polierte Leiter aufstellt, weniger gut wiedergegeben werden. Die Entladungsformen sind bei den in der Technik verwendeten, stets rauhen Leitern ganz andere als bei polierten Drähten, wie auch Stockmeyer bereits feststellte; er fand bei sorgfältig polierten Drähten in einer der Schaltung *1* ähnlichen Anordnung keinen Polaritätseffekt, dagegen zeigten bei künstlicher Aufrauhung sich solche Unterschiede. Es können also die Formeln für polierte Drähte nicht ohne weiteres auf technische Leiter angewendet werden.

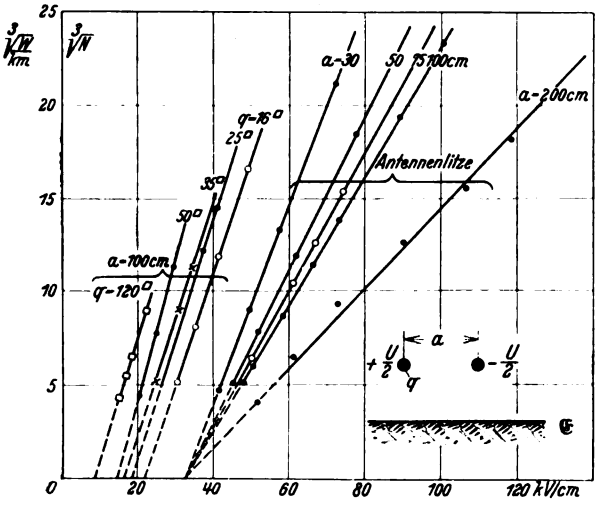


Abb. 2. Koronaverluste von fabrikneuen Kupferseilen bei Versuchschaltung 2.

Messungen an verwitterten Leitern, die jahrelang betriebsmäßig am Mast gehangen hatten, zeigten, daß sich bei Kupfer ein starkes Anwachsen der Verluste ergibt, das auf vergrößerte Rauhigkeit der Oberfläche zurückzuführen ist. Bei Aluminium waren dagegen auch bei ganz rauhen trockenen Seilen die Verluste genau so groß wie bei fabrikneuen Kupferseilen, eine Tatsache, die wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, daß die Verwitterungsprodukte des Aluminiums Nichtleiter sind.

Sobald die Feldstärke $\mathfrak{E}$ am Leiter die Einsatzfeldstärke $\mathfrak{E}_0$ der Vorentladungen überschreitet, gelten für trockenes Wetter folgende Beziehungen für die Verluste an genormten Leitungseilen[5]):

a) Ionisation nur an Leitern derselben Polarität (z. B. bei Schaltung *1*):

$$N = p_1 (|\mathfrak{E}| - \mathfrak{E}_0)^3 \text{ in W/km je ionisierenden Leiter} \quad (1)$$

b) Ionisation an Leitern verschiedener Polarität (z. B. bei Schaltung *2* und *3*):

$$N = p_2 \left(\frac{\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_{01} + \mathfrak{E}_2 - |\mathfrak{E}_{02}|}{2} \right)^3 \text{ in W/km} \quad (2)$$

je Leiterpaar.

Hierbei ist die Feldstärke $\mathfrak{E}$ in kV/cm einzusetzen. Sie errechnet sich aus den bekannten Formeln der Elektrostatik, d. h. ohne Berücksichtigung von Raumladungen im Zwischenraum zwischen den Elektroden. Für die Einsatzfeldstärke $\mathfrak{E}_0$ gilt:

für fabrikneue Kupfer-, Eisen- und Aluminiumseile und verwitterte Aluminiumseile:

$$|\mathfrak{E}_{0-}| = \frac{10}{\sqrt{r}} \text{ in kV/cm}; \quad |\mathfrak{E}_{0+}| = \frac{10}{\sqrt{r}} + 5 \text{ in kV/cm}$$

für verwitterte Eisen- und Kupferseile:

$$|\mathfrak{E}_{0-}| = \frac{5}{\sqrt{r}} \text{ in kV/cm}; \quad |\mathfrak{E}_{0+}| = \frac{5}{\sqrt{r}} + 5 \text{ in kV/cm}.$$

[1]) Binder, ETZ 54 (1933) S. 1275.

[2]) Bei den Versuchen an der Freileitung wurde ein von Herrn Beck im Institut entwickelter Nadelgleichrichter für 400 kV verwendet.

[3]) Marx und Göschel, ETZ 54 (1933) S. 1112.

[4]) Stockmeyer, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 13 (1934) H. 2, S. 27.

[5]) Näheres hierüber ist aus der demnächst erscheinenden Dissertation des Verfassers zu ersehen.

Digitized by Google

Hierbei ist für r der Leitungsradius in cm einzusetzen (Radius des umbeschriebenen Kreises). Die Formeln gelten bis zu Leiterradien von mindestens 1,5 cm herauf.

Es ergibt sich weiter für die Größen p der Gl. (1) und (2)

$$p_1 = 48\,000 \sqrt{\left(\frac{r}{a}\right)^5} \text{ in } \frac{\text{W}}{\text{km}} \left(\frac{\text{cm}}{\text{kV}}\right)^3$$

$$p_2 = 760 \sqrt{\left(\frac{r}{a}\right)^3} \text{ in } \frac{\text{W}}{\text{km}} \left(\frac{\text{cm}}{\text{kV}}\right)^3$$

wobei a den Abstand der Leitungseile von Mitte zu Mitte bzw. von Mitte bis zur Ebene in cm bedeutet.

Vergleicht man die von Marx und Göschel mitgeteilten Ergebnisse für einige Versuche einer Anordnung, die der Schaltung *1* ähnelt, mit den obigen Formeln, so zeigt sich eine verhältnismäßig gute Übereinstimmung. Die Abweichungen betragen höchstens etwa 15 % der Spannung, bezogen auf dieselben Verluste.

Koronaverluste der Freileitung bei trockenem Wetter.

Die Verluste der Versuchsfreileitung sollen zuerst bei trockenem Wetter behandelt werden. Die Leitung[6]) besteht aus vier Strängen aus verwitterten Kupferseilen von je 50 mm² Querschnitt und 485 m Länge, die in Form eines Quadrates von 2 m Seitenlänge angeordnet sind.

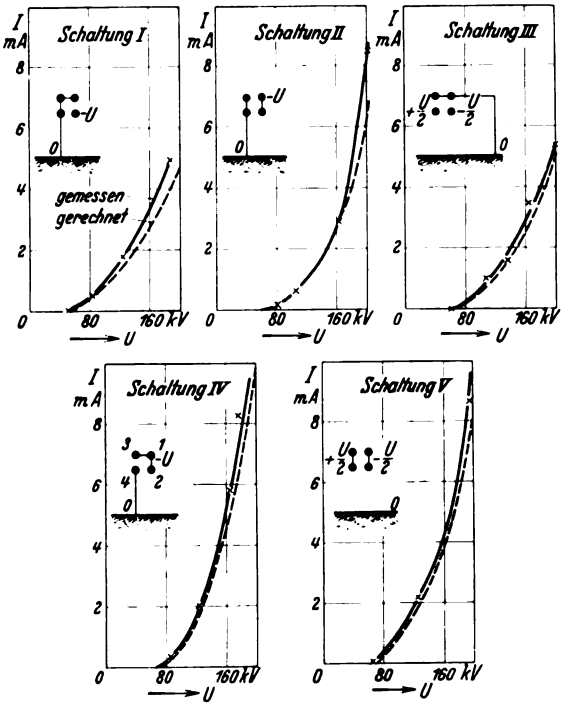


Abb. 3. Koronaverluste der Versuchsfreileitung bei Schönwetter. Kupferseile 50 mm², verwittert.

Da sich bei den Messungen stets die Summe aus Koronastrom der Leitung und Korona- und Leckströmen der Isolatoren ergibt, wurden zur Trennung dieser Verluste ebenfalls im Freien Isolatorenketten, wie sie bei der Leitung zur Verwendung gelangen, getrennt aufgehängt und gleichzeitig für sich durchgemessen. Dabei kamen einmal Isolatoren zur Verwendung, die einige Jahre betriebsmäßig am Mast gehangen hatten, und ferner zum Vergleich solche, die vor den Messungen sorgfältig gereinigt wurden. Hierbei zeigte sich nun, daß bei trockenem Wetter die Isolatorenverluste verschwindend klein sind gegenüber dem eigentlichen Koronastrom der Leitung, so daß der Gesamtleitungstrom annähernd gleich dem reinen Koronastrom ist. In der Abb. 3 sind die Verluste der Leitung für verschiedene Schaltzustände bei trockenem Wetter eingetragen. Zum Vergleich sind die nach den oben angegebenen Formeln errechneten Werte mit dargestellt.

Zur Erläuterung der Anwendung der Verlustformeln soll der Berechnungsvorgang für den Schaltfall *IV* (Abb. 3) angedeutet werden. Aus der Berechnung der Feldstärke ergibt sich, daß beim Steigern der Spannung am Leiter *1* bei 41 kV, am Leiter *2* bei 37,3 kV und am Leiter *3* bei 37,4 kV die Korona einsetzt. Man berechnet für jeden Leiter den Wert N nach Formel (1). Die Summe dieser drei Leistungen ergibt den Gesamtverlust. Bei 80 kV wird am Leiter *4* $\mathfrak{E}_4 > \mathfrak{E}_{0\,4}$. Von hier ab tritt Ionisation an entgegengesetzt geladenen Elektroden auf, also sind z. B. für das Leiterpaar *1* und *4* die Verlustwerte nach Formel (2) zu berechnen. Für die Leiterpaare *2* und *4* und *3* und *4* gilt entsprechendes. Die Summe dieser drei Leistungen gibt dann ebenfalls den Gesamtverlust. Dieses an sich nicht streng zu begründende Vorgehen ist für praktische Zwecke völlig ausreichend.

Die Abb. 3 zeigt, daß die Rechnungswerte etwas tiefer liegen als die Meßwerte. Berücksichtigt man, daß die Leitung durch bebautes Gelände führt, so daß stellenweise durch geringeren Erdabstand, z. B. Bäume und Tragmaste der Leitung selbst, etwas größere Verluste auftreten können, so ist die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch als recht gut zu bezeichnen.

Seilschwingungen, die bei dünneren Seilen in der Halle bei hohen Sprühströmen beobachtet wurden und ihre Ursache im Auftreten des elektrischen Windes beim Sprühen der Leiter haben, wurden an der Freileitung nicht festgestellt[7]).

Korona- und Isolatorenverluste bei Nebel, Regen, Schnee und Eisansatz.

Bei feuchtem Wetter zeigten sich im Gegensatz zu Schönwetter die Leitungsverluste auch stark abhängig

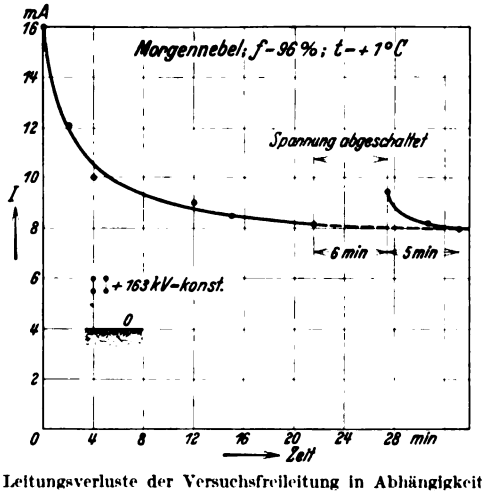
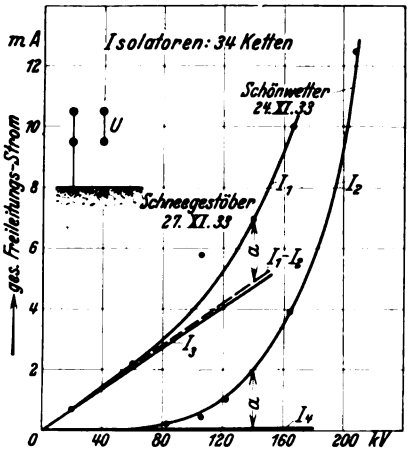


Abb. 4. Leitungsverluste der Versuchsfreileitung in Abhängigkeit von der Zeit.

von der Zeit. Die Abb. 4 stellt den zeitlichen Verlauf des gesamten Leitungsverluststromes dar vom Augenblick des Einschaltens der vorher spannungslosen Leitung an. Die



I_1 Gesamtverlust der Leitung bei Schneegestöber
I_2 Gesamtverlust der Leitung bei Schönwetter
I_3 Isolatorenverluste bei Schneegestöber
I_4 Isolatorenverluste bei Schönwetter

Abb. 5. Vergleich der Leitungsverluste der Versuchsfreileitung bei Schönwetter und Schneegestöber.

Verluste nehmen anfangs rasch, später langsamer ab, um sich einem Endwert zu nähern. Bei der Untersuchung der

[6]) Beschrieben ETZ 47 (1926) S. 959.

[7]) Näheres hierüber ist aus der demnächst erscheinenden Dissertation des Verfassers zu ersehen.

Digitized by Google

einzeln aufgehängten Isolatoren zeigte sich ein genau gleiches Verhalten. Der Verlauf der Stromzeitkurve erinnert an Abtrocknungskurven von Isolatoren, wie sie Obenaus[8]) fand. Es konnte festgestellt werden, daß die zeitliche Abnahme des Verluststromes der Leitung auf Vorgänge an den Isolatoren zurückzuführen ist und auf einer teilweisen Abtrocknung der Isolatoren durch den Leckstrom beruht.

Im folgenden wird immer der Endwert der Gesamtverluste, der sich im praktischen Dauerbetrieb für eine Fernleitung ergibt, behandelt. Die Abb. 5 zeigt z. B. einen Vergleich der Verluste bei trockenem, sonnigem Wetter mit denen bei Schneegestöber. In der Abbildung sind außerdem die Ableitungsströme der Isolatoren[9]) allein eingetragen. Die Differenz $I_1 - I_2$ deckt sich nahezu mit der $I_3 - I_4$, womit erwiesen ist, daß die Änderung der Gesamtverluste auf die der Isolatorenverluste zurückzuführen ist, daß also die eigentlichen Koronaverluste unabhängig von der Witterung sind. In entsprechender Weise konnte diese Tatsache für Landregen, Morgennebel und mit Eis vermischtem Regen nachgewiesen werden. Auch hatten die während der Versuche vorkommenden, allerdings verhältnismäßig geringen Schwankungen des Luftdruckes zwischen 729 mm bis 773 mm Hg keine meßbaren Änderungen der Koronaverluste zur Folge.

Potthoff und Mathiesen[10]) haben bei Wechselspannungen die Änderung der eigentlichen Koronaverluste von der Witterung festgestellt. Es gelang ihnen hierbei, als Ursache die Zündverzögerung durch Wasserhautbildung am Leiter nachzuweisen, ein Vorgang, der sich bei Wechselspannung bei jeder Halbwelle bemerkbar macht, bei Gleichspannung aber naturgemäß keine Rolle spielen kann.

Die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft und die Helmholtzgesellschaft stellten die Mittel zur Durchführung der Versuche bereit. Die Leitungseile stammten von der Aktiengesellschaft Sächsische Werke. Es sei an dieser Stelle gestattet, allen, insbesondere Herrn Professor Dr. Binder, für die Förderung der Arbeit zu danken.

[8]) Obenaus, Dissertation Dresden 1933. Hescho-Mitt. 1933, H. 70.

[9]) Bei den Versuchen zeigte sich eigentümlicherweise das Wachsen der Verluste auf etwa das Doppelte bei Verschmutzung der Isolatoren sowohl bei trockenem wie bei feuchtem Wetter gegenüber sauberen Isolatoren. Erwartungsgemäß steigen bei Schneegestöber die Ableitungsströme der Isolatoren an. In diesem Falle z. B. betragen sie etwa das hundertfache der Werte für trockenes Wetter. Im ungünstigsten Falle erreichten die Isolatorenverluste das 140fache der Werte für trockenes Wetter.

[10]) Potthoff und Mathiesen, ETZ 56 (1935) H. 1, S. 3.

Einheitskennlinie für Wechselstrom-Reihenschlußmotoren und Repulsionsmotoren.

(Mitteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden.)

Von **L. Binder**, Dresden.

Übersicht. Anhand eines Kreisbildes wird unter Beschränkung auf die wesentlichen Einflußgrößen gezeigt, daß die Drehzahl-Kennlinien der Wechselstrom-Reihenschlußmotoren und auch diejenigen der Repulsionsmotoren alle gleiche Form haben. Die Gleichung der Einheitskennlinie ist angegeben.

Die Anzahl der Gebiete, in die der angehende Ingenieur während seiner Studienzeit eingeführt werden soll, ist ständig im Wachsen begriffen. Gleichzeitig hat die Lehre in den bisherigen Stammgebieten eine weitgehende Vertiefung erfahren, so daß es Schwierigkeiten macht, bei den gegebenen Stundenzahlen der Entwicklung Rechnung zu tragen. Um eine Überlastung der Studienpläne zu vermeiden, hat man sich bei der Behandlung der „Elektrischen Maschinen" an manchen Stellen so geholfen, daß beispielsweise Wechselstrom - Kommutatormaschinen einer Sondervorlesung zugewiesen werden, die als Wahlfach gilt. Da der Bedarf an Berechnern für solche Maschinen heutzutage nicht groß ist, wird das Fach selten gewählt, so daß der weitaus größere Teil der Studierenden von einem so wichtigen Gebiet überhaupt nichts hört. Ähnlich dürften die Verhältnisse auch für die anderen Zweige des Studiums liegen. Es muß daher angestrebt werden, die Darstellung so zu vereinfachen, daß in den Stammvorlesungen alle Abschnitte von Bedeutung wenigstens in den Grundzügen behandelt werden können. Der Berechner von Maschinen muß auf alle Feinheiten eingehen; aber die zahlreichen Elektro- und Maschineningenieure, deren Aufgabe es ist, elektromotorische Antriebe zu planen, werden sich gern auf vereinfachte und vergleichende Beziehungen stützen. Daß in dieser Hinsicht noch Fortschritte zu erzielen sind, sollen als Beispiel die folgenden Darlegungen zeigen:

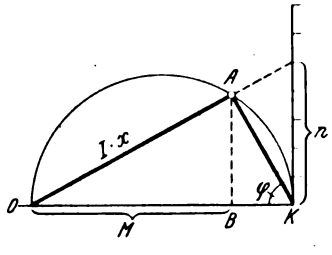


Abb. 1. Kreisbild für Drehmoment und Drehzahl.

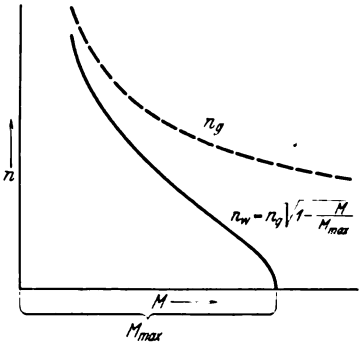


Abb. 2. Einheitskennlinie.

Für den Wechselstrom-Reihenschlußmotor läßt sich unmittelbar das rechtwinklige Dreieck OAK (s. Abb. 1) ansetzen, in dem OA den induktiven Spannungsabfall durch Hauptfluß und Streuflüsse (der ohmsche Spannungsabfall spielt keine Rolle), AK die Spannung des Ankers und OK die Netzspannung darstellt. Wenn zunächst von Sättigung abgesehen wird, ist $OA = Ix$; diese Strecke gibt also ein Maß für den Strom. Ferner kann das Drehmoment gleich dem Quadrat des Stromes gesetzt werden, so daß $M = \text{konst.} \cdot (OA)^2$ und nach dem Pythagoräischen Satz auch $M = \text{konst.} \cdot OB$ sein muß. Für die Drehzahl ergibt sich als Quotient aus Ankerspannung durch Fluß der Wert

$$n = \text{konst.} \frac{AK}{OK} = \text{konst. ctg } \varphi.$$

Es sind dies altbekannte Beziehungen[1]). Man kann nun das Bild leicht so ergänzen, daß n unmittelbar abzugreifen ist, indem man im Punkte K eine Senkrechte errichtet; auf dieser schneidet der verlängerte Strahl OA die Drehzahl ab ($\text{ctg } \varphi = n : OK$). Für $n = 0$ rückt der Arbeitspunkt A nach K, dieser ist also der Stillstands- oder Kurzschlußpunkt.

Aus dem Diagramm geht hervor, daß der Zusammenhang zwischen M und n durch rein geometrische Beziehungen zwischen Strecken an einem Kreis gegeben ist; es müssen deswegen für alle Motoren die Drehmoment-Drehzahl-Kennlinien einander ähnlich sein[2]). Die Einheitskennlinie ist in Abb. 2 dargestellt; sie entspricht der aus Abb. 1 errechenbaren Beziehung

$$n = \frac{\text{konst.}}{\sqrt{M}} \sqrt{1 - \frac{M}{M_{max}}}. \qquad (1)$$

[1]) S. z. B. Adolf Thomälen, Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik, 10. Aufl., Berlin: J. Springer 1929.

[2]) Daß bei sämtlichen Drehstrom-Induktionsmotoren die Drehzahllinien auf eine „Normalkurve" zurückzuführen sind, hat Kloss, Arch. Elektrotechn. 5 (1916) S. 59 bereits gezeigt; geometrisch ist die Beziehung einfach mit Hilfe eines ergänzten Heyland-Diagramms darzustellen. [Binder, Arch. Elektrotechn. 12 (1923) S. 230.]

Digitized by Google

Die Strecke OK stellt das höchste Drehmoment M_{max} dar, das der Motor im Kurzschluß gibt.

Dabei stößt man auf eine überraschend einfache Beziehung zum Gleichstrom-Reihenschlußmotor. Für diesen ist nämlich (bei Vernachlässigung von Sättigung und ohmschem Spannungsabfall)

$$n_g = \frac{\text{konst.}}{\sqrt{M}}.$$

Die entsprechende Linie ist in Abb. 2 gestrichelt gezeichnet. Der in Gl. (1) noch vorkommende Wurzelausdruck kann, wie durch Umformung erkenntlich wird, gleich $AK : OK$ und damit gleich $\cos\varphi$ gesetzt werden, so daß schließlich

$$\sqrt{1 \frac{M}{M_{max}}} = \cos\varphi \quad \text{und} \quad \underline{n_w = n_g \cos\varphi} \qquad (2)$$

sich ergibt. Dieser Zusammenhang ist auch unmittelbar aus Abb. 1 abzulesen: Bei gleichem Strom haben der Gleichstrommotor und der Wechselstrommotor gleich großes Drehmoment. Beim Wechselstrombetrieb erhält aber der Anker eine im Verhältnis $AK : OK$ $(= \cos\varphi)$ geringere Spannung aufgedrückt, so daß die Drehzahl in diesem Maße kleiner sich einstellen muß.

Schließlich ist dieser Zusammenhang sofort aus dem Energieprinzip abzuleiten. Einer Gleichstromleistung UI steht die Wechselstromleistung $UI\cos\varphi$ gegenüber, deswegen muß die mechanische Leistung (konst. $\cdot Mn$) in letzterem Falle mit $\cos\varphi$ zurückgehen. Da die Drehmomente gleiche Größe haben, muß n_w in diesem Maß kleiner werden. Auf diesem Wege ist erkennbar, daß die Beziehung $n_w = n_g \cos\varphi$ auch für den Bereich der Sättigung noch gelten muß.

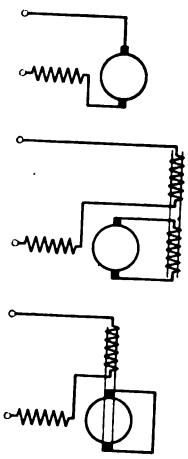


Abb. 3. Übergang auf den Repulsionsmotor.

Indem man, wie in Abb. 3 dargestellt, den Anker statt durch unmittelbare Verbindung erst über einen Transformator speist und diesen dann in die Maschine selbst verlegt, kommt man zum Repulsionsmotor mit zwei Wicklungen im Ständer. Da das Transformatorfeld in der Bürstenachse keine Rückwirkung auf das Treibfeld ausüben kann, muß ein solcher Motor sich wie der Reihenschlußmotor verhalten. Die Kennlinie nach Abb. 2 hat also auch für den Repulsionsmotor Gültigkeit. Diesen Schluß wird man zunächst für ideale Transformatorwirkung gelten lassen; da aber für den Repulsionsmotor ebenfalls $M = \text{konst.} \cdot OB$ und $n = \text{konst.} \cdot \text{ctg}\,\varphi$ zu setzen ist[3]), besteht das Diagramm Abb. 1 auch unter Berücksichtigung von Streuung und Magnetisierungsstrom zu Recht.

[3]) Adolf Thomälen, Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik, 10. Aufl., Berlin: J. Springer 1929.

Das Elektrofahrzeug im Dienste der Deutschen Reichspost, seine verkehrs- und volkswirtschaftliche Bedeutung*).

Von Min.-Rat Dipl.-Ing. F. Hubrig, Reichspostministerium, Berlin.

Übersicht. Die Deutsche Reichspost verwendet im Orts- und Nahverkehr vorwiegend elektrische Fahrzeuge. Infolge seiner sofortigen Startbereitschaft und hohen Anfahrbeschleunigung ist das Elektrofahrzeug trotz seiner verhältnismäßig geringen Höchstgeschwindigkeit in der Beförderungsgeschwindigkeit und Beförderungsleistung dem mittleren Lastwagen mit Verbrennungsmotor im Stadtverkehr überlegen. Der jährliche Stromverbrauch der Elektromobilbetriebe in Deutschland wird jetzt schon auf 120 Mill kWh geschätzt.

Die Deutsche Reichspost hat bereits Ende der neunziger Jahre den Benzinwagen versuchsweise im Personen- und Postbeförderungsdienst verwendet. Damals war er allerdings für die besonderen Zwecke des Postdienstes noch nicht genügend betriebssicher, so daß nichts anderes übrigblieb, als die Versuche vorübergehend einzustellen. Die weiteren technischen Fortschritte im Automobilbau ermunterten aber sehr bald zur Wiederaufnahme dieser Versuche. Der Kraftwagen fand im Postbetrieb schnell Eingang und verdrängte hier nach und nach den Gespann- und Handwagen sowie das Fahrrad. Zu dem Benzinwagen gesellte sich etwa gleichzeitig noch das Elektromobil als besonderes Nahverkehrsmittel. Das erste elektrisch betriebene Briefkarriol aus dem Jahre 1899 war nach dem Muster eines zweispännigen Güterpostwagens mit Drehschemellenkung gebaut und hatte Vorderradantrieb. Auch ein elektrischer Paketzustellwagen wurde damals versuchsweise eingesetzt. Beide Fahrzeuge wurden aber nach einbis anderthalbjähriger Betriebszeit von den Herstellerfirmen wieder zurückgezogen, und erst von 1909 ab kamen die Elektromobile bei der Deutschen Reichspost mehr und mehr in Aufnahme. Der Kraftfahrbetrieb der Deutschen Reichspost gliedert sich heute in

1. Kraftwagen-Überlandverkehr zur Postsachen- und Personenbeförderung,
2. Kraftwagenbetrieb im Orts- und Vorortsverkehr der Postanstalten,
3. Kraftwagenbetrieb im Telegraphenbaudienst.

Alle Betriebszweige bilden ein einheitliches Ganzes in bezug auf Leitung, Betriebsführung und wirtschaftliche Ausnutzung der Betriebseinrichtungen.

Abb. 1. 2,5 t-Paket-Zustellwagen mit Kardanantrieb.

Während die Deutsche Reichspost überall da, wo es auf hohe Geschwindigkeiten und große Leistungen ankommt, den Kraftwagen mit Verbrennungsmotor einsetzt, verwendet sie für die Postfuhrleistungen in mittleren und großen Städten, d. h. für Stadtpost-, Bahnhofs- und Vorortsfahrten sowie für die Paketzustellung fast ausschließlich den Elektrowagen (Abb. 1), wenn die Straßen- und Steigungsverhältnisse nicht zu ungünstig und Fahrten von nicht mehr als 60 bis 70 km mit mittleren Transporteinheiten bei häufigen Aufenthalten zurückzulegen sind und auch die Strompreise die Einführung dieser Fahrzeugart angezeigt erscheinen lassen. Im allgemeinen werden bei Paketzustellfahrten Steigungen der Fahrbahn bis 1 : 20

*) Auszug aus einem Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 26. III. 1935. Die Besprechung ist auf S. 630 dieses Heftes veröffentlicht.

Digitized by Google

und bei Stadtpost- und Bahnhofsfahrten bis 1 : 30 zugelassen. Liegen stellenweise die Verhältnisse ungünstiger, so werden u. U. kleine Umwege gefahren oder besonders starke Steigungen im Paketzustelldienst von den Zustellern begangen. Auch kurze Strecken mit Steigungen bis 1 : 14 und Rampensteigungen von nicht mehr als 1 : 10 dürfen mit dem Elektrowagen noch unbedenklich befahren werden. Seine Vorzüge kommen sowohl in betrieblicher als auch wirtschaftlicher Hinsicht ganz besonders im Paketzustelldienst zur Geltung, wo von Haus zu Haus gefahren wird und auf jeder Fahrt nur eine verhältnismäßig kleine Gesamtstrecke zurückzulegen ist.

Zu Beginn des Weltkrieges liefen bei der Deutschen Reichspost einschl. Bayern und Württemberg etwa 220 elektrische Kraftwagen. Ihre weitere Vermehrung war damals infolge der Inanspruchnahme der Industrie für Heereszwecke zunächst nicht möglich. Während des Krieges sah man sich daher im ganzen Postbeförderungsdienst vornehmlich auf den Pferdebetrieb angewiesen, und erst nach dem Kriege setzte bei der Deutschen Reichspost die Verkraftung lebhaft ein. In welcher Geschwindigkeit dies vor sich ging, ist daraus zu ersehen, daß beispielsweise die im Jahre 1924 bei der Reichspostdirektion Berlin beschlossene Vollverkraftung des Ortsdienstes in der erstaunlich kurzen Zeit von anderthalb Jahren durch Neueinstellung von 360 elektrischen Zweitonnern restlos durchgeführt war. Am ersten Weihnachtsfeiertag 1925 ist die letzte Zustellfahrt vom Berliner Paketpostamt aus mit reichseigenen Pferden ausgeführt worden. Der Kraftwagenpark der Reichspostdirektion Berlin allein umfaßt heute rd. 1300 Fahrzeuge und setzt sich zusammen aus 724 elektrischen Zwei- und Dreiviertelt onnern (Abb. 2)

Abb. 2. 0,75 t-Paket-Zustellwagen.

einschl. Elektrokarren und Schleppern, 395 Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmaschine — dazu gehören die Personen-, Lastkraftwagen und Zugmaschinen, Dreiräder und Zweiräder — ferner aus 181 Anhängern. Elektrische Kraftfahrbetriebe von Bedeutung findet man außerdem bei den Reichspostdirektionen Hamburg, Köln, Düsseldorf, Frankfurt (Main), Stuttgart, München, Nürnberg, Leipzig, Dresden, Breslau und Königsberg (Pr.), so daß heute im gesamten Reichspostgebiet rd. 2400 elektrische Fahrzeuge vorhanden sind.

Merkwürdigerweise begegnet man selbst in Fachkreisen hier und da noch der Ansicht, daß der Elektromobilbetrieb der Deutschen Reichspost für die ihm zugewiesenen Verkehrsaufgaben kaum wirtschaftlicher sein könne als der Betrieb mit Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Dabei wird meist übersehen, daß die Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit und des Fahrbereichs beim Elektromobil für die Erfüllung seiner Aufgaben im Orts- und Nahverkehr kein Hinderungsgrund ist. Auch die irrige Auffassung trifft man an, daß für die Beförderungsgeschwindigkeit und damit die Beförderungsleistung selbst innerhalb der Städte die Höchstgeschwindigkeit der verwendeten Fahrzeuge entscheidend sei und daß infolgedessen der Elektrowagen dem etwa doppelt so schnellen Lastwagen mit Verbrennungsmotor in der Transportleistung unterlegen sein müsse. Um hierüber durch beweiskräftige Unterlagen endgültig Klarheit zu schaffen, hat Ende vorigen Jahres die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft eingehende Vergleichsfahrten ausführen lassen. Es wurden einmal Lieferungen von je 25 kg im Haus-zu-Haus-Verkehr mit einem Haltestellenabstand von durchschnittlich 30 m ausgefahren. Bei einem zweiten Versuch wurden sie bei Haltepunkten abgeliefert, die etwa 100 m auseinanderlagen, zwei weitere Versuche gingen über 200- und 300 m-Teilstrecken, und bei einem letzten Versuch wurde eine Meßstrecke von 22 km innerhalb Berlins unter Beachtung der Verkehrsvorschriften, aber ohne vorgesehene Haltestellen durchfahren (Abb. 3). Die Meßfahr-

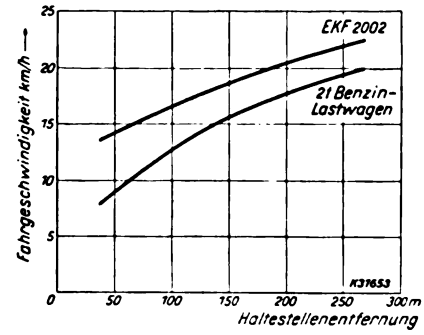


Abb. 3. Mittlere Fahrgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Haltestellenentfernung.

ten wurden mit Elektrowagen und Benzinwagen ausgeführt. Es handelte sich um normale Zweitonner. Hierbei ergab sich, daß das Elektrofahrzeug im Haus-zu-Haus-Verkehr infolge seiner sofortigen Startbereitschaft und hohen Anfahrbeschleunigung dem Benzinwagen überlegen war, und zwar war diese Überlegenheit um so größer, je kürzer die Teilstrecken waren. Bei 30 m Haltestellenentfernung wurde eine um 90 %, bei 100 m um 28 %, bei 200 m um 16 % und bei 300 m eine um 10 % höhere Transportgeschwindigkeit erreicht (Abb. 4). Selbst auf

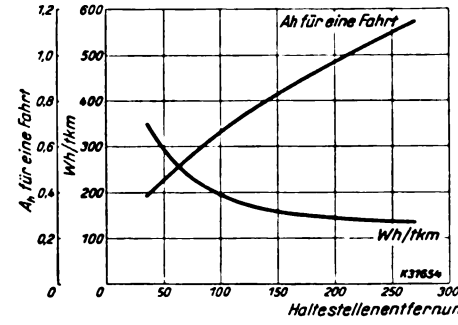


Abb. 4. Mittlerer Stromverbrauch in Ah für eine Fahrt und in Wh/tkm in Abhängigkeit von der Haltestellenentfernung.

der 22 km langen Meßstrecke wurde festgestellt, daß der Benzinwagen, obwohl dessen Fahrer vollkommen freie Hand hatte, aus dem Wagen herauszuholen, was möglich war, bei den vielen Aufenthalten durch die Verkehrsregelung eine mittlere Geschwindigkeit von nur 20 km/h erzielen konnte. Er brauchte 32 min für die Hinfahrt und 34 min für die Rückfahrt; insgesamt 66 min für 22 km. Der Elektrowagen brauchte unter den gleichen Bedingungen für die Hinfahrt 31,5 min, für die Rückfahrt 33 min, insgesamt 64,5 min für 22 km, das entspricht einer mittleren Geschwindigkeit von 20,5 km/h. Dieses Ergebnis zeigt, daß sich die Verkehrsregelung und die Behinderung durch die andern Straßenbenutzer auf die mittlere Geschwindigkeit in einer Weise auswirken, daß das Elektromobil dem Benzinwagen noch um 2,5 % überlegen ist. Trotz der hohen Spitzengeschwindigkeit, die dieser auf freier Strecke zu entwickeln vermag, kann er sie im Stadtverkehr nicht zur Geltung bringen. Viel nützlicher ist hier, wie schon erwähnt, die sofortige Startbereitschaft und hohe Anfahrbeschleunigung des Elektrowagens. Kurze Anfahr- und Bremsstrecken ermöglichen ihm, seine normale, dem Straßenverkehr gut angepaßte Fahrgeschwin-

Digitized by Google

digkeit in jedem Streckenabschnitt ohne Zwischenschaltung lange durchzuhalten.

Aber noch andere Vorzüge der elektrischen Akkumulatorfahrzeuge kommen in der Lastenbeförderung im Nahverkehr gegenüber dem Kraftwagen mit Verbrennungsmotor zur Geltung. Im Vordergrund steht ihre größere Wirtschaftlichkeit. Sie beruht auf der längeren Lebensdauer, die bei einer Tagesleistung von 60 bis 70 km ohne weiteres 15 Jahre erreicht, ferner auf den geringeren Instandsetzungs- und Wartungskosten, dem günstigeren Gesamtwirkungsgrad der Energieumwandlung in Fahrarbeit und dem Fortfall des Leerlaufverbrauchs des Motors, endlich dem geringeren Reifenverschleiß und Schmierölverbrauch. Die größere Lebensdauer ist darauf zurückzuführen, daß das Elektrofahrzeug bei weitem nicht so vielteilig ist wie der Kraftwagen mit Verbrennungsmotor (Kupplung, Wechselgetriebe, Kühlung fehlen ganz), der gesamte Aufbau des Antriebs mit Batterie sehr einfach, bequem zugänglich und übersichtlich ist und daß Batterie sowohl als auch Motor durch Einbau von Sicherungen vor übermäßigen Beanspruchungen geschützt sind, so daß größere Störungen zu den Seltenheiten gehören. Selbst kleinere Schäden kommen bei halbwegs aufmerksamer Wartung und Bedienung kaum vor. Beim Wagen mit Verbrennungsmotor haben wir es dagegen mit einem recht verwickelten Zusammenbau vieler hin- und hergehender sowie umlaufender Teile zu tun, so daß die Betriebstörungen häufiger, Instandsetzungs- und Wartungskosten höher sein müssen als beim Elektrofahrzeug.

Die Energieumformung beim elektrischen Wagen in Fahrarbeit hat, wenn der Wirkungsgrad der Anlage zur Stromumwandlung außer Betracht gelassen wird, einen um mehr als das Dreifache besseren Wirkungsgrad als die beim Benzinwagen. Bei ersterem ist also die gleiche Leistung mit wesentlich geringeren Energiemengen zu erreichen. Allerdings hat er auf der anderen Seite den Nachteil des etwas größeren Eigengewichts, welches sich namentlich bei der Fortbewegung kleinerer Fahrzeuge und solcher mit großen Leistungen in einer Erhöhung des Kraftverbrauchs, insbesondere auf Steigungen bemerkbar macht. Deshalb sollte man sich in solchen Fällen, wenn es mit der Art des Betriebes vereinbar ist, im Interesse eines annehmbaren Verhältnisses zwischen Nutzlast und Eigengewicht mit einem kleineren Fahrbereich und einer geringeren Höchstgeschwindigkeit, d. h. mit einer entsprechend leichteren Batterie begnügen. Für den Antrieb der Elektrowagen kommt ausschließlich der hierfür besonders geeignete Hauptstrom- oder Gleichstrom-Reihenschlußmotor in Betracht, weil er ein hohes Anzugsmoment, d. h. gute Anfahrbeschleunigung entwickelt und gegen Überlastung unempfindlich ist. Infolge seiner selbstregelnden Einstellung des Kraftbedarfs bei zunehmender Belastung durch Nachlassen der Drehzahl ist auch sein Wirkungsgrad bei Langsamfahrt gut. Beim Zweimotorenantrieb werden die verschiedenen Geschwindigkeitsstufen durch entsprechende Schaltung verlustfrei geregelt. Vorschaltwiderstände werden nur in den Anfahrstellungen benutzt. Die Paketzustellwagen der Deutschen Reichspost haben Einmotorenantrieb. Mit Rücksicht auf die schon erwähnte verlustfreie Reglung sind aber in den letzten Jahren nur noch Zweikommutatormotoren verwendet worden. Sie haben den Vorzug, daß jede Ankerhälfte für sich beansprucht werden kann, daß durch Hintereinander- und Parallelschalten der Feldgruppen und Ankerhälften jederzeit Drehmoment und Drehzahlen der Belastung angepaßt werden können und daß eine Spannungsteilung über die Batterie nicht vorgenommen zu werden braucht. Nur in der Anfahrstufe ist ein Widerstand eingeschaltet. Die Vorzüge des Einmotorenantriebes bleiben daneben voll erhalten. Weitere Vorteile des Zweikommutatormotors sind, daß er die Vorzüge eines schnellaufenden Motors, d. h. geringes Gewicht je Leistungseinheit trotz normaler Drehzahl hat, ferner in elektrischer Beziehung sehr elastisch ist und durch das Vorhandensein von zwei Kommutatoren größere Betriebssicherheit besitzt, weil beide Kommutatorhälften bei Parallelschaltung je für sich arbeiten können.

Da, wie schon erwähnt, Instandsetzungen beim Elektrofahrzeug verhältnismäßig selten notwendig werden und meistens auch nur wenig Zeit erfordern, kommt man mit einer geringeren Zahl von Reservefahrzeugen, also mit einem niedrigeren Anlagekapital aus. Die Instandsetzungskosten liegen außerdem sehr niedrig und betragen nur einen Bruchteil derjenigen des Benzinwagens. Außerdem ist bei dem Kurzstreckenverkehr das Leerlaufenlassen der Benzinfahrzeuge oder aber häufiges Anlassen sehr ungünstig. Wichtig ist auch die ständige Fahrbereitschaft. Selbst bei stärkstem Frost ist sie vorhanden, weil Batterie und Motor gegen Kälte unempfindlich sind.

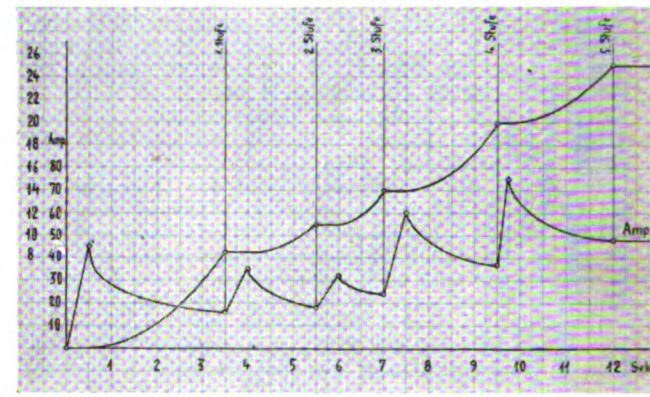


Abb. 5. Strom- und Geschwindigkeitsschaubild (km/h) des 0,75 t-Paket-Zustellwagens.

Ein weiterer Vorteil ist das bequemere und weichere Anfahren sowie das gleichmäßigere Beschleunigen (Abb. 5). Daraus ergibt sich bei der Paketzustellung, wo nur kurze Strecken gefahren werden und häufig gehalten werden muß, eine geringere Abnutzung der beweglichen Maschinen- und Kraftübertragungsteile und auch eine größere Schonung der Wagenladung sowie ein fast um 30 % geringerer Reifenverschleiß. Die einfachere Bauweise, Wartung und Bedienung des Elektromobils gestatten die Verwendung nicht handwerksmäßig vorgebildeter Fahrer. Weiter besteht beim Elektrofahrzeug eine verminderte Unfallgefahr, weil es weniger zu Störungen neigt als der Benzinwagen und eine geringere Höchstgeschwindigkeit hat. Wesentliche Vorteile bieten auch die größere Sauberkeit des Betriebs, ferner die Geräusch- und Geruchlosigkeit; eine weitere Luftverschlechterung durch gesundheitsschädliche Auspuffgase in den Städten, wie sie die Zunahme der Benzin- und Dieselfahrzeuge mit sich bringt, findet also nicht statt. Damit kommt man auch den Forderungen der Volkshygiene entgegen. Die Unterstellungskosten sind niedrig, weil keine feuer- und frostsicheren Hallen notwendig sind, sondern im allgemeinen offene Schuppen in einfachster Ausführung oder Hofüberdachungen genügen. Besondere baupolizeiliche Sicherheitsvorschriften sind nicht zu beachten. Die Kosten für Schmiermittelverbrauch sind geringer, weil die Schmierung des Vergaser- oder Dieselmotors mit hochwertigem Öl und auch die des Wechselgetriebes entfällt. Es kommt nur einfache Lagerschmierung in Frage.

Endlich möchte ich noch die Möglichkeit der Nachtstromentnahme aus dem städtischen Netz für die Batterieladung erwähnen.

Diese Punkte lassen zur Genüge erkennen, daß das Elektrofahrzeug im Orts- und Nahverkehr unter den bereits geschilderten Verhältnissen dem Kraftwagen mit Verbrennungsmotor überlegen ist. Demgegenüber sind die ihm anhaftenden Nachteile, z. B. geringe Geschwindigkeit und Steigefähigkeit, Abhängigkeit von Ladestellen usw., fast bedeutungslos. Immerhin müssen die praktischen Grenzen seiner Verwendbarkeit von Fall zu Fall ermittelt und genau festgelegt werden. Obwohl das Elektromobil für geringere und mittlere Nutzlasten wegen der teuren und schweren Batterie und der dadurch bedingten schweren Bauart seines Fahrgestells im Anschaffungspreis noch etwas höher liegt als der Benzinwagen gleicher Tragfähigkeit, so ist es aus den vorher erwähnten Gründen doch im Kapitaldienst vorteilhafter. Das elektrische Fahrzeug soll aber dem Kraftwagen mit Verbrennungsmaschine keinen Wettbewerb bereiten, sondern soll ihn lediglich vorteilhaft ergänzen.

Eine vergleichende Gegenüberstellung der Kosten für den Elektromobilbetrieb beim Berliner Postfuhramt und derjenigen Kosten, die entstehen würden, wenn man für die Beförderungsleistungen Kraftfahrzeuge mit Vergasermotor verwendete, hat ergeben, daß dieser Betrieb rd.

Digitized by Google

1,1 Mill RM oder rd. 40 % teurer werden würde. Dieser Berechnung liegen folgende Erfahrungswerte zugrunde: Bei einem mittleren Stromtarif von 6,62 Rpf/kWh betragen die Stromkosten (Fahrstrom + Strom für Formierung) je km für den ¾-Tonner 2 Rpf und für den 2-Tonner 3,85 Rpf. Der etwas hoch erscheinende Preis für die Kilowattstunde ist darauf zurückzuführen, daß nicht nur in Nacht- sondern auch in Tagschichten geladen wird und daß für Licht- und Kraftstrom des gesamten Reichspostdirektionsbezirks Berlin ein Einheitstarif vereinbart worden ist. Die Instandhaltungskosten für Fahrgestell und Aufbau einschließlich Erneuerung des Anstrichs betragen für den ¾-Tonner rd. 5,6 Rpf, für den 2-Tonner rd. 6,8 Rpf/km. Die Lebensdauer der Plattensätze schwankt je nach der Betriebsart, d. h. ob die Fahrzeuge im Paketzustelldienst, zu Bahnhofsfahrten oder zu Versanden zwischen den einzelnen Postämtern verwendet werden. Man rechnet beim ¾-Tonner für positive Sätze mit Fahrstrecken zwischen 14 000 und 19 000 km, beim ¾-Tonner für negative Sätze mit Fahrstrecken zwischen 26 000 und 50 000 km, beim 2-Tonner für positive Sätze zwischen 13 000 und 16 000 km, beim 2-Tonner für negative Sätze zwischen 24 000 und 47 000 km. Die Selbstkosten (ohne Personalkosten) einschließlich des gesamten Kapitaldienstes und der Verwaltungskosten stellen sich beim ¾-Tonner auf etwa 27 Rpf/km bei einer jährlichen Gesamtleistung von rd. 3,2 Mill km und beim 2-Tonner auf etwa 38 Rpf/km bei einer jährlichen Gesamtleistung von 6,4 Mill km.

Als Energiequelle für die beiden vereinheitlichten Zustellfahrzeuge dienen 40zellige Gitterplattenbatterien. Sie sind auswechselbar angeordnet, und zwar bei den großen Wagen unter dem Fahrgestellrahmen und bei den kleineren unter der Scheinmotorhaube. Auf einen schnellen Batterieaustausch wird großer Wert gelegt, weil die Sammler zur besseren Ausnutzung des Wagenparks und um die Wagen in dauernder Betriebsbereitschaft zu haben, im allgemeinen getrennt vom Fahrzeug geladen werden. Bei diesem Verfahren kommt die Reichspostdirektion Berlin in ihrem elektrischen Fuhrpark mit etwa 50 % Ersatzbatterien aus. Für den größeren Wagentyp wird eine Batterie mit einer Kapazität von 280 Ah, einer Entladestromstärke von 56 A und einem Gewicht von 850 kg und für den kleineren eine solche von 150 Ah, 30 A Entladestromstärke und einem Gewicht von 480 kg verwendet.

Die neuesten 2-Tonner haben ebenso wie die ¾-Tonner an Stelle des bisherigen Kettenantriebs Kardanantrieb erhalten. Die Deutsche Reichspost ist zu diesem Antrieb übergegangen, weil er geräuschloser läuft, weniger Wartungs- und Instandsetzungskosten verursacht.

Der Strom der Batterieladestellen wird, soweit nicht eigene Stromerzeugungsanlagen zur Verfügung stehen, aus dem städtischen Netz in Form von Wechsel- oder Drehstrom entnommen und für die Aufladung der Batterien in Gleichstrom umgeformt. In Ladestellen größeren Umfangs, wie sie insbesondere in Großstädten vorkommen, verwendet die Deutsche Reichspost zu dieser Stromumwandlung vorwiegend Einankerumformer, die den Vorzug größter Betriebsicherheit haben und bei größeren Leistungen und ausreichender Belastung auch wirtschaftlicher als Gleichrichter sind. Erwünscht wäre die Ladung mit steigender Spannung. In den großen Ladebetrieben der Deutschen Reichspost ist dies aber nicht durchführbar, weil die Batterien nicht nur zu ganz verschiedenen Zeiten, sondern auch in unterschiedlichem Entlade- und Erhaltungszustand anfallen. Bei mittleren Leistungen ist ihr Wirkungsgrad dem des Gleichrichters etwa gleich, jedoch nur dann, wenn die Maschinen gut belastet laufen. Der Gleichrichter arbeitet völlig selbsttätig und mit steigender Spannung. Er ist deshalb für mittlere Ladestellen, in denen die Personalkosten die Wirtschaftlichkeit schon stark beeinflussen würden, das gegebene Ladegerät. Für kleine Ladestellen, z. B. für Elektrokarrenbatterien, kommt er ausschließlich in Frage. Hier arbeiten die Gleichrichter in Verbindung mit selbsttätigen Ladeschaltern und können so während des Ladevorgangs ohne Beaufsichtigung bleiben.

Elektroschlepper und Karren, die in industriellen Werken für die gleislose Flurförderung und auch für den Förderbetrieb anderer Wirtschaftszweige bereits eine sehr beachtenswerte Rolle spielen, werden bei der Deutschen Reichspost ebenfalls in großem Umfang benutzt. Hauptsächlich werden sie in größeren Paketbetrieben, Bahnhofspostämtern, Telegraphenzeugämtern und Postverladebahnhöfen zur Beförderung von Paketen, Paketkarren, Materialien und anderen schweren Lasten verwendet. Die Elektroschlepper sind besonders geeignet, ganze Züge von beladenen oder unbeladenen Paketkarren zwischen den Betriebstellen zu befördern, und zwar selbst unter beengten Verhältnissen bei starken Krümmungen und Steigungen der Fahrbahn. In Ortsbetrieben mäßigen Verkehrsumfangs werden auch Elektrokarren mit geschlossenem Aufbau zu Paket-Stadtpostfahrten verwendet.

Seltsamerweise wird seitens anderer Betriebe von dem Elektrowagen trotz aller Vorzüge in bezug auf einfachen Aufbau, leichte Bedienbarkeit, Wirtschaftlichkeit usw. in seinem eigentlichen Anwendungsbereich noch nicht entsprechend Gebrauch gemacht, selbst wenn man ihn ganz auf die Lastenbeförderung als den Schwerpunkt seiner Verwendung beschränken würde. Eine in Amerika angestellte Erhebung hat ergeben, daß von allen Lastfahrzeugen rd. 60 % im Stadtverkehr laufen und nur eine durchschnittliche Tagesleistung von 50 km erreichen. In Deutschland dürften die Verhältnisse kaum anders liegen, so daß angenommen werden kann, daß etwa die Hälfte, mindestens aber ein Drittel aller Lastfahrzeuge auf elektrischen Antrieb umgestellt werden könnte. Gelingt es, diesen Nahverkehr für die Elektrisierung voll zu erfassen, so wären das zur Zeit etwa 60 000 Nutzkraftwagen.

Wenn das Elektromobil von der Fachwelt lange vernachlässigt worden ist und infolgedessen nicht die ihm gebührende Verbreitung gefunden hat, so liegt dies wohl in der Hauptsache daran, daß seine erste Entwicklung auf dem für ihn nicht geeigneten Gebiet des Personenwagens erfolgte. Es wäre also abwegig, Elektromobile wieder als Personenfahrzeuge einführen zu wollen. Das Elektromobil bleibt in erster Linie ein Lastenbeförderungsmittel. Nach den Vorbildern in Italien und Frankreich (Lyon hat 50 elektrische Omnibusse) könnte es jedoch auch als Stadtomnibus mit wirtschaftlichem Vorteil verwendet werden. Dabei ist aber Voraussetzung, daß die Omnibusse nach einem festen Fahrplan verkehren und entweder mit einer Batterieladung täglich auskommen oder ihre Batterie in einer an der Fahrstrecke gelegenen Ladestelle wechseln können. Um zu erreichen, daß der Elektrowagen den ihm gebührenden Anteil am Lastenverkehr künftig erhält, muß einmal an seiner technischen Weiterentwicklung intensiver gearbeitet und zum andern dafür gesorgt werden, daß die Bedingungen für seinen Einsatz auch allgemein bekannt werden.

So hat sich gezeigt, daß für mittlere Strecken von 15 bis 60 km täglicher Gesamtleistung der elektrische Akkumulatorlastwagen den Vorzug vor allen anderen Beförderungsmitteln verdient, weil er sich hierfür als der weitaus wirtschaftlichste erwiesen hat. Fast alle Gewerbezweige, welche ihre Waren von Haus zu Haus zu liefern oder die Waren und das Rohmaterial von den Güterbahnhöfen usw. in die Verarbeitungstätten oder zu den Lagerplätzen und umgekehrt zu befördern haben, können das Elektromobil mit Vorteil verwenden. Ich denke besonders an das Nahrungsmittelgewerbe, die Meiereibetriebe, Schlächtereien, Wurstwarenfabriken usw., ferner an die Brauereien, Mineralwasserindustrie, Speditionsfirmen, Kohlen- und Holzhandlungen, Warenhäuser, Industriebetriebe ohne Eisenbahnanschlußgleis, Versandgeschäfte aller Art und Wäschereien. Schließlich kommt das Elektrofahrzeug auch für behördliche und kommunale Zwecke in Betracht, z. B. als Aktenwagen, Straßenreinigungswagen, Müllwagen, Krankenwagen, Geräte- und Mannschaftswagen für Kanalisationsarbeiten, für Montagekolonnen der Gas- und Wasserwerke, Elektrizitätswerke usw. Alle die hier vorkommenden Beförderungsleistungen werden in fast keinem Falle täglich mehr als 60 km reine Fahrstrecke ausmachen. Es besteht also eine große Mannigfaltigkeit der Verwendung des elektrischen Akkumulatorwagens.

Der jährliche Stromverbrauch von Elektrofahrzeugen beträgt zur Zeit rd. 120 Mill kWh. Ein Vielfaches dieses Wertes würde sich aber ergeben, wenn vom Elektrowagen im Sinne meiner Ausführungen in der Verkehrswirtschaft Gebrauch gemacht würde. Eine solche Entwicklung würde nicht nur den Stromabsatz heben, sondern auch weiter zu einer Belebung der Elektro- und Akkumulatorenindustrie führen. Es gibt wohl selten ein Wirtschaftsgebiet, auf dem sich private und volkswirtschaftliche Interessen so decken, wie gerade bei der Elektrisierung des Zubringerdienstes im Nahverkehr mit Hilfe von Akkumulatorfahrzeugen.

Um diese Elektrisierung zu fördern, ist angeregt worden, die Beschaffung von Elektrofahrzeugen durch Errichtung öffentlicher Ladestellen zu erleichtern, damit der

Digitized by Google

Fahrzeughalter keine eigene Ladeeinrichtung mehr braucht. Dabei wäre natürlich Voraussetzung, daß Einheitsbatterien oder doch nur eine ganz beschränkte Anzahl verschiedener Batterietypen verwendet wird.

Unter solchen öffentlichen Ladestellen können aber nicht Elektrotankstellen nach Art der Benzintankstellen verstanden werden, bei denen kurzfristig eine Übernahme von Treibstoff erfolgt. Vielmehr wird die Elektrotankstelle entweder die Aufgabe einer Batterie-Auswechselstelle oder einer Nachladestation haben.

Durch Batterie-Auswechselstellen soll die Möglichkeit gegeben werden, die entleerte Batterie gegen eine voll geladene in kurzer Zeit auszuwechseln. Dieses Verfahren ist aber nur dann wirtschaftlich, wenn die kilometrische Beanspruchung der im Versorgungsbezirk laufenden Fahrzeuge so groß ist, daß sich die Haltung von Ersatzbatterien lohnt. In den Nachladestationen hingegen sollen die ganz oder teilweise entleerten Batterien nach dem Prinzip der Schnelladung durch hohe Ladeströme, die bis zur Gasentwicklung (2,4 V je Zelle) zulässig sind, möglichst schnell nachgeladen werden. Durch einen entsprechenden starken Ladestrom kann hierbei z. B. ein ⅔ entladener Akkumulator innerhalb von 20 min bis zu 42 %, innerhalb von 40 min bis zu 75 % und innerhalb von 60 min bis zu 95 % seiner Kapazität wieder aufgeladen werden. Solche Elektrotankstellen werden für die Förderung der Elektrofahrzeugbenutzung aber zunächst keine ausschlaggebende Rolle spielen. Ihre Notwendigkeit wird sich voraussichtlich erst bei fortschreitender Entwicklung auf diesem Gebiet ergeben. Wichtiger wird es sein, Ladegelegenheiten für die normale Aufladung zu schaffen. Diese Ladung des Elektrowagens, der als ausgesprochenes Stadtfahrzeug gewöhnlich nur einen Teil seines Fahrbereichs von täglich 60 km zu leisten hat, wird und soll zur wirtschaftlichen Ausnutzung der Elektrizitätswerke vorzugsweise nachts vorgenommen werden. Hierfür dienen vor allem vollselbsttätig arbeitende Ladeeinrichtungen, bei denen es also nur erforderlich ist, abends die Batterie anzuschließen und nachzufüllen, um sie am nächsten Tag vollgeladen und betriebsfertig wieder in Dienst zu stellen. Zunächst wird es sich nicht lohnen, besondere Bezirksladestellen zu errichten, denn im Anfang der geplanten Aktion werden erst vereinzelt Elektrowagen neu beschafft werden, deren Standorte sich regional wohl nur selten für eine Ladestelle werden zusammenfassen lassen. Hierbei ist vor allem zu berücksichtigen, daß wegen der beschränkten Kraftquelle, die ein Elektrowagen mit sich führt, und auch aus wirtschaftlichen Gründen die Leerkilometer für Hin- und Rückfahrt zur Ladestelle nur bis zu etwa 10 % des Fahrbereichs, also insgesamt 6 km betragen dürfen. Es wird demnach zunächst Aufgabe der Elektrizitätswerke sein, die Einzelladung dem Wagenbesitzer in seiner eigenen Wagenhalle durch Gestellung einer Ladeeinrichtung zu ermöglichen.

Liegt der Betrieb eines Wagenbesitzers nicht weiter als 3 km vom Elektrizitätswerk entfernt, so kann selbstverständlich ohne weiteres an die Errichtung der erforderlichen Ladeeinrichtung im Elektrizitätswerk selbst gedacht werden, sofern dort die erforderlichen Räumlichkeiten zur Verfügung stehen und die Ladung unter Ausnutzung vorhandenen Personals vorgenommen werden kann. Sobald sich ein größerer Kreis von Elektrofahrzeughaltern in einem gewissen Bezirk gebildet hat, wird stets an die Errichtung einer Bezirksladestelle gedacht werden können. Ist jedoch dieser Kreis noch klein, so wird solche Ladestelle nur im Anschluß an bereits bestehende Betriebe, z. B. Großgaragen, wo Personal und Räumlichkeiten schon zur Verfügung stehen, zweckmäßig sein. Ausgesprochene Elektromobilgaragen mit besonderer Ladestation werden kaum unter 20 Wagen wirtschaftlich sein, denn allein schon die unerläßliche Dienstbereitschaft in derartigen Anlagen erfordert Personal für drei Arbeitsschichten am Tag. Für die Ladung selbst kommen vorzugsweise nur Einzel-Ladeeinrichtungen in Frage. Bei Anschluß an ein Wechsel- oder Drehstromnetz werden wegen der Einfachheit der Bedienung und sonstiger günstiger Betriebseigenschaften vorzugsweise Glühkathoden-Gleichrichter in Verbindung mit selbsttätigen Ladeschaltern, System Pöhler, verwendet. Eine Verteilung der erforderlichen Ladeenergie der Anlagen auf Einzelsätze ist deshalb besonders zu empfehlen, weil bei einer Zusammenfassung, z. B. durch Aufstellung eines Umformers oder Großgleichrichters, die Ladung nur möglich ist, indem vor jede Batterie ein Regelwiderstand geschaltet wird. Wenn auch in diesen Vorschaltwiderständen nur wenig Strom vernichtet wird, so ergeben sich doch bei täglicher Ladung im Laufe eines Jahres ganz erhebliche Verluste und somit unnötige Betriebsunkosten. Außerdem wirkt sich jegliche Störung an solcher zentralen Umformeranlage empfindlich auf den ganzen Betrieb aus.

Vollselbsttätig arbeitende Einzelsätze haben ferner den Vorzug einer ausgesprochenen individuellen Anpassung an die Ladecharakteristik der Batterie und ermöglichen somit neben wirtschaftlichster Ausnutzung der Ladeenergie eine sachgemäße Ladung und Pflege der Batterie, die sich entsprechend günstig auf deren Lebensdauer auswirkt. Eine weitere Steigerung der Wirtschaftlichkeit und der Betriebsicherheit wird bei den Einzelsätzen durch die Mehrfachröhrenschaltung erzielt, wie sie beispielsweise bei den Drehstrom-Glühkathoden-Gleichrichtern angewendet wird. Bei dieser Schaltung wird die Leistung des einzelnen Gleichrichters auf drei Röhren verteilt, so daß ein gänzlicher Ausfall auch nur eines Ladesatzes so gut wie ausgeschlossen ist, denn beim Versagen einer Röhre arbeiten die andern Röhren weiter. Infolge dieser Unterteilung der Leistung auf drei Röhren kommen nur kleine Röhrentypen zur Verwendung, deren Kosten bei etwaigem Ersatz geringfügig zu nennen sind gegenüber den Kosten eines einzelnen Großkolbens für die Gesamtleistung der Anlage. Auch sind für die Ersatzteilhaltung nur unerhebliche Kosten aufzuwenden. Schließlich ist als nicht zu unterschätzender Vorteil zu berücksichtigen, daß die Gesamtanlage je nach Anwachsen des Strombedarfs durch Zusatz von Einzelsätzen schrittweise und ohne Störung für den Gesamtbetrieb erweitert werden kann. Ebenso gut können aber auch im Bedarfsfalle Einzelsätze infolge ihrer leichten Transportfähigkeit einer Ladestelle entnommen werden, um anderswo Verwendung zu finden. Diese zweifellos wünschenswerte Beweglichkeit in der Leistungsveränderung derartiger Ladestellen ist ohne kostspielige Aufwendung nur durch Aufstellung von Einzelsätzen möglich.

Im allgemeinen werden Gleichrichter für maximal 60 A Ladestrom ausreichend sein. In manchen Fällen wird man sogar noch mit kleineren Gleichrichtern auskommen. Die Ladecharakteristiken derartiger Einrichtungen werden zweckmäßig so gewählt, daß unter Einhaltung der zulässigen Ladestromstärke vor allem nach Eintritt der Gasentwicklung die Batterie möglichst schnell aufgeladen wird. Dies muß schon im Interesse einer wirtschaftlichen Ausnutzung der Gleichrichterröhren angestrebt werden, denn ihre Lebensdauer und somit ihr Ersatz sind vornehmlich abhängig von der Anzahl der geleisteten Betriebsstunden und erst in zweiter Linie von den geleisteten Kilowattstunden während der Betriebszeit. Man wählt also zweckmäßig Gleichrichter mit einer Ladecharakteristik, die im ersten Teil der Ladung, d. h. bis zur Gasentwicklung, möglichst wenig absinkt, bei Gasentwicklung augenblicklich auf die für den Gaszustand der Batterie zulässige Stromstärke heruntergeht, um dann bis zur Beendigung der Ladung nochmals etwas abzusinken. Nur für ausgesprochene Großgaragen dürfte sich bei entsprechenden Betriebsverhältnissen die Aufstellung eines Großgleichrichters oder Umformers gegebenenfalls empfehlen.

Die Einrichtung und der Betrieb solcher Stromtankstellen wären nicht nur Sache der am Stromabsatz interessierten Elektrizitätswerke, sondern sie könnten ebenso gut von privaten Unternehmern übernommen werden. Da man die Kosten für Strom, Abschreibung, Verzinsung und Bedienung der Ladestelle, für Batterieinstandsetzung usw. mit Sicherheit im voraus bestimmen und diesen Betrag in ein zahlenmäßiges Verhältnis zur Ladeenergieabgabe bringen kann, wäre es zur Vereinfachung des Abrechnungswesens zweckmäßig, den Ladestrompreis unter anteilmäßiger Einbeziehung dieser Kosten festzusetzen.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Die St.-Gotthard-Leitung. — E. Blank beschreibt die den St. Gotthard überschreitende Leitung, die den Zweck hat, die Werke Ofelti (Officine El. Ticinesi) mit den Kraftwerken nördlich des St.. Gotthard zu verbinden. Die Leitung verbindet das an der Nordseite des St. Gotthard gelegene Kraftwerk Amsteg mit der an der Südseite befindlichen Zentrale Lavorgo der Ofelti. Sie wird vorläufig mit 150 kV betrieben. Die Gittermasten sind vorläufig für nur ein Drehstromsystem mit 2 Erddrähten gebaut (Abb. 1), können jedoch noch ein zweites System aufnehmen (Abb. 2). Dadurch kann die zu übertragende

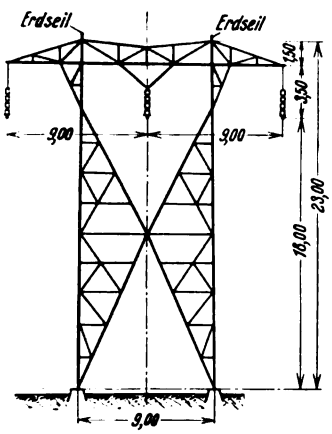


Abb. 1. Abspannmast 3 · 150 kV.

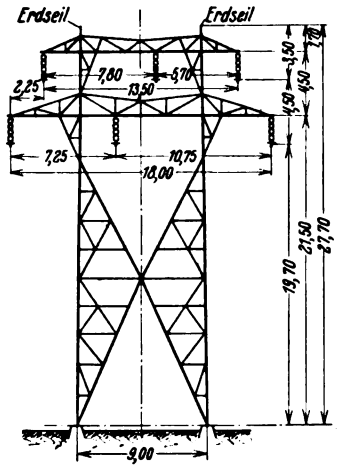


Abb. 2. Geplante Erhöhung des Abspannmastes für 6 · 150 kV.

Leistung auf 120 000 kW gesteigert werden. Da die Masten groß genug gewählt sind, daß man nach Vergrößerung der Isolatorenketten die Spannung auf 380 kV erhöhen kann, würde man bis zu 400 000 kW übertragen können. Die Länge der Leitung zwischen Amsteg und Lavorgo beträgt 58 km und überschreitet den St. Gotthard in einer Höhe von 2160 m ü. M. Es waren 168 Maste erforderlich, davon 67 normale Tragmaste, 14 Eckmaste und 87 verankerte Abspannmaste. Die mittlere Spannweite betrug rd. 330 m. Die Leitung wurde mit Vollkernisolatoren, Type „Motor" ausgerüstet, an deren Lieferung deutsche Firmen hervorragend beteiligt waren. Als Leiter wählte man Kupfer und Bronze von 230 mm². Bronze kam auf den Spannweiten zur Verwendung, wo die Zugfestigkeit des Kupfers nicht ausreichte. Die Seile bestehen aus insgesamt 42 Drähten von 2,28 mm und 3,03 mm Dmr. In Zahlentafel 1 sind die mechanischen Hauptdaten der Leitungen und Isolatoren dargestellt.

Zahlentafel 1. Mechanische Daten der Leitungen und Isolatoren der St.-Gotthard-Hochspannungsleitung.

Bruchwert des Kupferseiles von 230 mm²	9,2 t
Elastizitätsgrenze des Kupferseiles von 230 mm²	6,5 „
Bruchwert des Bronzeseiles von 230 mm²	11,0 „
Elastizitätsgrenze des Bronzeseiles von 230 mm²	8,5 „
Bruchwert des Kupferseiles von 400 mm²	16,0 „
Elastizitätsgrenze des Kupferseiles von 400 mm²	11,5 „
kleinster Bruchwert einer Einfach-Isolatorenkette	8,0 „
kleinster Bruchwert einer doppelten Isolatorenkette	16,0 „
Probebeanspruchung eines Elementes (5 min)	8,0 „
zulässige Dauerhöchstlast einer Einfach-Isolatorenkette	7,0 „
zulässige Dauerhöchstlast einer Doppelkette	14,0 „

Für die Erddrähte wurden feuerverzinkte Stahlseile von 19 Drähten mit zusammen 80 mm² Querschnitt genommen. Die Spleißung der Leitungen sowie der Erddrähte geschah stets auf den Abspannmasten. Zur Erdung dienen Kupferbänder, und mit Rücksicht auf die starke Gewitterzone wirkten bei der Verlegung der Erdungen ein Geologe sowie ein Wünschelrutengänger mit. 16 km Kupferband von rd. 22 t waren notwendig. Der kleinste Erdwiderstand war 0,1 Ω, der größte 17,4 Ω. (Elettrotecn. Bd. 21, S. 817.) *Rtz.*

Getränkte Papierisolation, insbesondere Kabelisolation, bei hoher Gleichspannung. — Im ersten Teil des Berichtes werden die relativ wenigen bekannten Arbeiten auf dem behandelten Gebiet erörtert und ihre Bedeutung für die Frage nach der betriebsmäßig zulässigen Dauerbeanspruchung der Papierisolation kritisch gewertet. Die Arbeit von H. Schait[1]), aus der bereits eindeutig hervorgeht, daß bei Beanspruchung mit Gleichspannung eine wesentlich schwächere Bemessung als bei Wechselspannung möglich ist, bedarf mit Rücksicht auf gründliche Klärung der Spannungsverteilung innerhalb des Dielektrikums bei allen möglichen Betriebszuständen sowie im Dauerzustand noch umfangreicher Ergänzungen. Von besonderer Bedeutung für den Betrieb sind die Mitteilungen von R. Thury[2]), weil sie über günstige Betriebsergebnisse an bereits seit 1906 arbeitenden Gleichstromkabeln von 50 bis 125 kV (der einzigen bislang erbauten Gleichstromanlage) berichten. R. Apt und W. Pfannkuch[3]) stellen unter besonderem Hinweis auf die Notwendigkeit einer weitgehenden und homogenen Trocknung der Gleichspannungskabel fest, daß vor einer endgültigen Festlegung der Abmessungen noch weitgehende Versuche notwendig sind. Horioka[4]) belegt die größere Dauer-Durchschlagfestigkeit von getränkten Papieren bei Gleichspannung durch vergleichende Versuche mit Gleich- und Wechselspannung. Delon[5]) bestätigt durch umfangreiche und äußerst wertvolle Dauerversuche die Versuchsergebnisse von Horioka für große Isolationsstärken und kommt zu dem Schluß, daß für das fabrikneue Kabel Beanspruchungen bis zu 35 kV/mm zulässig sind.

Bei dem vorliegenden Stand der Untersuchungen war es angezeigt, in erster Linie die Auswirkung der betriebsmäßig zu erwartenden Veränderungen sowie der betriebsmäßigen Gefährdungen zu ermitteln. In diesem Sinne wurde eine Reihe von Untersuchungen angestellt. Vergleichende Messungen an Kabeln bei sich zeitlich wiederholenden Erwärmungen und Abkühlungen mit Wechselstrom, wellenfreiem Gleichstrom und ohne elektrische Beanspruchung bestätigen die theoretisch vorauszusagende Ungefährlichkeit von Gleichspannung bezüglich der bei Wechselspannung beobachteten starken chemischen und physikalischen Veränderungen, die hierbei schließlich zum Durchschlag führen. In weiteren Versuchsreihen wird für dünne und dicke Papierschichten die Beziehung zwischen der Durchschlagspannung bei 50periodigem Wechselstrom, bei Stoßspannung, bei pulsierender und wellenfreier Gleichspannung geklärt und darauf hingewiesen, daß bei der im Vergleich zur Durchschlaggleichspannung niedrigen Stoßdurchschlagspannung, der Stoßfestigkeit insbesondere bei relativ niedriger Spannung maßgebende Bedeutung für die Bemessung der Schichtstärke zukommt. Ein weiterer Versuch klärt die Temperaturabhängigkeit der Durchschlagspannung bei rasch gesteigerter wellenfreier Gleichspannung dahin, daß sie bis zu einem Bereich von 100 bis 120 ° C nur gering ist und erst darüber auf Grund der steil wachsenden Leitfähigkeit merklich in Erscheinung tritt.

Hinsichtlich der betriebsmäßigen Spannungsverteilung in der Isolierschicht wurde, ohne daß hierüber bereits abschließend berichtet werden kann, ein günstiger Einfluß der Leitererwärmung festgestellt. Umfangreiche Untersuchungen klärten die Einwirkung übertrieben hoher periodischer Erwärmungen auf die Spannungsicherheit der gleichspannungsbeanspruchten Isolierschichten. Wegen der Bedeutung dieser Versuche wurden sie an größeren Kabellängen ausgeführt. Gewählt wurden Kabel mit kleinen und großen Querschnitten sowie kleiner und mittlerer Isolationsstärke. Unter gleichbleibender Spannung wurden die in großer Zahl durchgeführten Erwärmungen solange gesteigert, bis Durchschläge eintraten. Das Zustandekommen des Durchschlags unter diesen Verhältnissen wird in der Arbeit genau durchgesprochen. Es ist sowohl auf die

[1]) H. Schait, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 14 (1923) S. 619.
[2]) R. Thury, ETZ 51 (1930) S. 114.
[3]) R. Apt u. W. Pfannkuch, Bericht 127 der CIGRE 1933.
[4]) Horioka (Tokio), persönliche Mitteilung an den Berichter.
[5]) Delon Diskussionsbeitrag, CIGRE 1933.

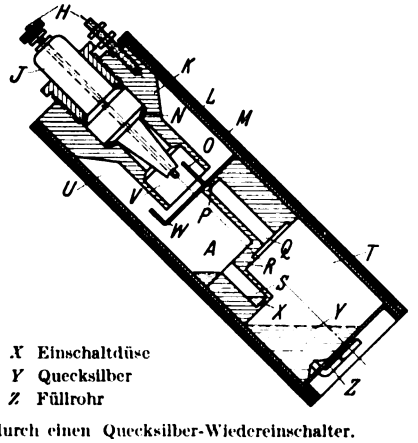
Digitized by Google

Verschlechterung zufolge der Erwärmungen, als auch auf die Leitfähigkeitsteigerung der den geheizten Leitern nächstliegenden Teilen der Isolation zurückzuführen. Bezüglich Einzelheiten muß auf die Originalarbeit verwiesen werden.

Aus den Versuchsergebnissen werden folgende für die Bestimmung der Abmessungen von Gleichstromkabeln wichtige Schlüsse gezogen: Unter Berücksichtigung aller den praktischen Betrieb erschwerenden Umstände, also der unvermeidlichen zeitweisen Übererwärmung durch Überlastung oder Kurzschlußströme und der insbesondere hierdurch verursachten Verschlechterung des Dielektrikums, der Auswirkung eines der Gleichspannung überlagerten Wechselstromgliedes in der Richtung, daß durch Glimmentladung die Verschlechterung beschleunigt wird, und der Stoßspannungsbeanspruchungen insbesondere auf Grund atmosphärischer Einwirkungen können für Gleichspannungskabel Höchstbeanspruchungen von etwa 20 bis 25 kV/mm ohne Bedenken zugelassen werden. Die Steigerung auf den 5- bis 6fachen Wert der bei Wechselstrom zulässigen Höchstbeanspruchung gibt einen Hinweis dafür, welche erhebliche Verbilligung der Übertragungsanlagen bei Anwendung von Gleichstrom möglich ist, so daß es bei der Bereitschaft der Kabeltechnik, für die Güte der Gleichstromkabel in vollem Maß zu gewährleisten, auf seiten der Abnehmerschaft sicherlich nicht an Bereitwilligkeit fehlen wird, Gleichstrom-Übertragungsysteme zu erstellen, sobald die Gleich- und Umrichtungsfragen befriedigend gelöst sind. (Kirch, Bericht zur Tagung der CIGRE 1935.) *Sb.*

Apparate und Stromrichter.

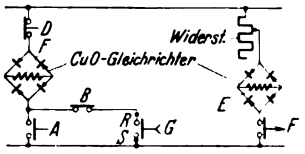
Quecksilber-Selbsteinschalter für Ölschalter. — Abb. 3 zeigt den Querschnitt eines Schaltelementes zur selbsttätigen Wiedereinschaltung herausgefallener Ölschalter, das sich des Quecksilbers als Schaltmittel bedient. Eine metallene Röhre enthält auf ihrem Grunde Quecksilber, dessen Menge durch die Zahl der zugelassenen Wiedereinschaltungen bestimmt ist, darüber ein Schutzgas. Die Röhre ist in der Mitte durch eine Metallwand mit zwei Düsen geteilt, am oberen Ende befindet sich eine Durchführung, die die Mittelelektrode enthält, während der Rohrkörper die Gegenelektrode darstellt. Ein Metallkörper umgibt tassenförmig das untere Ende von Durchführung und Mittelelektrode; in den freien Raum um diese ragt ein Spritzblech hinein. Das Ganze liegt in einem Hartpapierrohr, das zwei (in Abb. 3 nicht sichtbare) Wel-



H Anschlußbolzen
J Porzellandurchführung
K Metallstöpsel (vakuumdicht geschweißt)
L Metallrohr
M äußeres Isolierrohr
N Dichtungen
O Überlaufblech
P Zeitdüse
Q Einlaufrohr
R Trennwand
S Einlaufrohr
T Quecksilberhauptkammer
U Ausschaltkammer
V tassenförmiger Raum
W Spritzblech
X Einschaltdüse
Y Quecksilber
Z Füllrohr

Abb. 3. Schnitt durch einen Quecksilber-Wiedereinschalter.

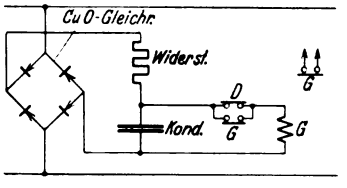
lenenden heraustreten läßt. Durch eine mit der Schalterwelle gekuppelte Kurbel, die ihrerseits wieder auf Federn wirkt, wird es vom Ölschalter aus angetrieben. Abb. 3 zeigt das Schaltelement in Ruhestellung. Wird das Rohr auf den Kopf gestellt, so sammelt sich das Quecksilber im Einlaufrohr und tritt durch die Zeitdüse in den tassenförmigen Raum um die Mittelelektrode. Das Spritzblech verhindert es, sie sofort zu berühren. Erst wenn genügend Quecksilber in den tassenförmigen Raum eingetreten ist, kommt es zum — infolge der Meniskusbildung sehr plötzlichen — Stromschluß. Der Ölschalter wird wieder eingeschaltet, das Rohr erreicht dabei die Stellung Abb. 3, und das Quecksilber läuft in die Kammer *A*, das Einlaufrohr und durch die Wiedereinschaltdüse in den Boden des Rohres zurück. Besteht der Kurzschluß weiter, so fällt der Ölschalter abermals und wird nach einiger Zeit von neuem eingeschaltet usw., bis alles Quecksilber durch die Zeitdüse ausgelaufen ist, es sammelt sich dann in dem freien Raume zwischen Metallstöpsel und Rohrwand, der Schalter bleibt dann in „Aus"-Stellung stehen.



A Schaltstücke des Steuerschalters
B Ausschaltstücke für *G*, verhindern selbsttätige Wiedereinschaltung falls Ölschalter von Hand aus gelöst, gekuppelt mit dem Steuerschalter
D Hilfsschaltstücke des Ölschalters, geschlossen, wenn dieser offen
E Schaltspule des Ölschalters
F Verzögerungsrelais für den Ölschalter
G Quecksilberrelais

Abb. 4. Schaltung des Wiedereinschaltgerätes für einen magnetbetätigten Ölschalter.

Die Schaltung ist in Abb. 4 dargestellt. Das Zeitelement des Quecksilberschalters liegt über die Kontakte *G* und *RS* parallel zu den Kontakten *A* des Betätigungschalter. *D* sind Hilfskontakte auf der Schalterwelle, die sich beim Öffnen des Schalters schließen. Erreicht das Quecksilber die Mittelelektrode, so wird der Stromkreis des Relais *F* geschlossen, dann legt dieses den Schalter ein, wobei die Kontakte *D* das Relais stromlos machen. Das Zeitelement bleibt aber lange genug in der Wiedereinschaltstellung, um das Quecksilber in den Bodenraum zurückfließen zu lassen. Unter Umständen kann es erwünscht sein, den Schalter sofort nach dem Ausschalten wieder einzulegen und so die Verzögerung, die das Ausfließen des Quecksilbers verursacht, zu vermeiden. Dazu dient die Schaltung Abb. 5. Ein Kondensator in Reihe mit einem



D wie in Abb. 4
G Wechselstrom-Wiedereinschaltrelais. Die abgehend gezeichneten Leitungen führen nach *R* und *S* in Abb. 4

Abb. 5. Schaltung für eine sofortige und dann zeitverzögerte Wiedereinschaltung.

Hochohmwiderstand wird durch die Gleichrichter in Grätzschaltung aufgeladen. Diese Aufladung dauert zwischen 15 und 60 s. Wird der Ölschalter geöffnet, so legen seine Hilfskontakte die Spule des Relais *G* an die Kondensatorklemmen, wodurch der Entladestrom das Relais betätigt und den Schalter einlegt. Die Spule *G* bleibt dann aber an den Klemmen des Kondensators liegen, so daß dieser nicht wieder aufgeladen werden kann. Eine zweite Soforteinschaltung ist daher nicht möglich. Wird der Ölschalter durch den Betätigungschalter geöffnet, so werden mit dessen Kontakten *A* auch die Kontakte *B* betätigt, die das Zeitelement stromlos machen. Wird der Ölschalter dann wieder eingelegt, so tritt auch das Zeitelement in Tätigkeit.

Eine Prüfung des Quecksilberelementes bei verschiedenen Temperaturen ergab ein völlig sicheres Arbeiten bei allen Temperaturen bis etwa 2 ° C oberhalb des Gefrierpunktes von Quecksilber (— 39 ° C). Man kann solche Schalter daher unbedenklich bis zu Temperaturen von — 33 ° C verwenden. Eine Abnutzung des Quecksilbers und der festen Kontakte konnte auch nach 5000 Schaltungen nicht festgestellt werden. (A. E. Anderson, Gen. electr. Rev. Bd. 37, S. 462.) *Ha.*

Mehrfach ausgenutzte Schaltwalzen. — Ein gewöhnlicher Walzenschalter enthält als wesentliche Bestandteile eine Kontaktfingerreihe und eine drehbare Walze. Sie ist mit Kontaktstücken besetzt, die man sich in einzelnen „Kontaktreihen", entsprechend den Mantellinien des Zylinders, angeordnet denken kann. Jeder Schaltstufe ist eine besondere Kontaktreihe zugeordnet, welche zwischen den Kontaktfingern die durch den Schaltplan vorgeschriebenen Verbindungen herzustellen hat. Die Walze ist „einfach ausgenutzt" und werde mit W_1 be-

Digitized by Google

zeichnet. Häufig gelingt nun der Entwurf einer „mehrfach ausgenutzten" Schaltwalze, die im einfachsten Falle folgendermaßen aussieht: Die Kontaktfinger sind auf zwei in gleicher Höhe befindliche Fingerreihen von je halber Länge verteilt, die sich gegenüberstehen. Unter Annahme der geraden Stufenzahl 2 n ist die Walze wiederum wie bei der gewöhnlichen Anordnung mit 2 n Kontaktreihen besetzt. Auf den Stufen 1 bis 2 n bestreicht die erste Fingerreihe die Kontaktreihen 1 bis 2 n, die zweite Fingerreihe die nämlichen Kontaktreihen, jedoch mit einer Versetzung von 180 °, also in der Reihenfolge n + 1 bis 2 n, 1 bis n. Die Walze ist doppelt ausgenutzt und werde W_2 genannt.

W_2 und W_1 besitzen gleiche Stufenteilung, sind also in der äußeren Bedienung nicht voneinander zu unterscheiden. Der gleiche Walzendurchmesser sichert ungefähr gleiche Querschnittsabmessungen des Gehäuses. Dagegen benötigt die Walze W_2 gegenüber W_1 nur halbe Höhe. Allerdings läßt sich ein gegebener Schaltplan durch W_1 stets, durch W_2 nur unter bestimmten Voraussetzungen verwirklichen. Selbst wenn sie erfüllt sind, wäre es kaum möglich, in schwierigeren Fällen durch sinngemäßes Probieren die große Zahl denkbarer Kontaktanordnungen auf ihre Brauchbarkeit zu erproben.

W. Bader zeigt nun, unter welchen notwendigen und hinreichenden Bedingungen ein vorgeschriebener Schaltplan durch eine Walze W_2 verwirklicht werden kann. Die Ergebnisse ließen sich dadurch gewinnen, daß der Schaltplan in einer invarianten arithmetischen Form, insbesondere durch Matrizen, dargestellt wurde. (W. Bader, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 4, S. 259.)

Das Dielektrikum von Elektrolytkondensatoren. — Nach der Theorie von Günther-Schulze besteht die Sperrschicht bei Elektrolytkondensatoren aus einer Sauerstoffgasschicht, die in einer festen, porösen Aluminiumoxydhaut adsorbiert ist. Da die Kapazität bei geringerer Spannung als der Formierungspannung konstant bleibt, werden so hohe Adsorptionskräfte angenommen, daß die Veränderung der äußeren elektrostatischen Pressung um einige tausend Atmosphären nichts ausmacht. Die Verfasser untersuchen nun die Mindestspannung, die erforderlich ist, um Elektronen vom Aluminium durch den Gasraum in der Flußrichtung zu treiben. Sie legen an die Aluminiumzelle verschieden hohe Wechselspannungen und bestimmen Spannung und Stromstärke oszillographisch. Die Stromkurve zeigt beim Erreichen der Mindestspannung ein rasches Ansteigen. Wird die Mindestspannung am Knick der Stromkurve abgelesen, so ergibt sich ein Anwachsen der Mindestspannung mit der angelegten Wechselspannung. Die Verfasser folgern daraus, daß mit abnehmender Spannung auch der Gasdruck kleiner wird. Da die Kapazität und damit die Gashautdicke unverändert bleibt, nehmen sie das Vorhandensein von zwei Aluminiumoxydschichten an. Auf dem Metall liegt eine feinporöse Schicht, deren Poren durch das Gas vollständig verstopft sind; sie ist die Ursache der Sperrwirkung. An diese Schicht schließt sich eine grobporöse Schicht an, deren Poren nur teilweise von Gas erfüllt sind. Weitere Versuche bekräftigen dieses Bild von der Natur des Dielektrikums. (O. Jauch, R. Bauder u. M. Bentele, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 136.) *Br.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Messung kleiner Ausschläge bei der Lichtzeigerablesung. — Bei der Ablesung mit Fernrohr und Skala am Galvanometer fällt dem Schätzen der Millimeterbruchteile besonders im Fall kleiner Ausschläge eine wesentliche Bedeutung zu. Um dieses Schätzen durch ein möglichst einfaches Meßverfahren zu ersetzen, benutzt M. Czerny eine drehbare planparallele Platte. An die Stelle der Skala tritt ein leuchtender Spalt. Die bei einem Galvanometerausschlag auftretende Bewegung des Spaltbildes wird dadurch kompensiert, daß die zwischen Spalt und Spiegel aufgestellte Platte um einen entsprechenden Winkel gedreht wird. Bei geeigneter Wahl des Brechungsexponenten ist der Drehwinkel des Spiegels innerhalb der Fehlergrenzen proportional dem Tangens des Drehwinkels der Platte. Da man diesen Tangens direkt auf einer linearen Skala ablesen kann, ergibt sich eine sehr einfache Meßtechnik. Man kann so bei 1,50 m Lichtzeigerlänge kleine Ausschläge bis zu einigen Mikron herab messen, wobei der systematische Fehler sich unter 0,1 % halten läßt. (M. Czerny, Z. Physik. Bd. 90, S. 468.) *Br.*

Temperaturabhängigkeit der Selen-Sperrschichtphotozelle. — A. Mittmann untersucht die Abhängigkeit des Sperrschicht-Photoeffekts an Selenzellen zwischen —174° und + 85°. Der Photostrom zeigt ein Maximum bei —20°, während die Leerlaufspannung fast linear mit wachsender Temperatur abnimmt. Dies Ergebnis wird dahin gedeutet, daß sowohl der Sperrwiderstand wie der Bahnwiderstand mit abnehmender Temperatur zunehmen, daß der Bahnwiderstand aber bedeutend stärker wächst als der Sperrwiderstand. Der Sperrschicht-Photoeffekt zeigt also beim Selen wie beim Kupferoxydul einen negativen Temperaturkoeffizienten, der aber beim äußeren Photostrom nicht immer in Erscheinung tritt. Eigentümlich für das Selen ist eine Art Ermüdungserscheinung; wird die Temperaturabhängigkeit zunächst bei wachsender und dann bei fallender Temperatur gemessen, so werden die ursprünglichen Meßwerte nicht mehr ganz erreicht. (A. Mittmann, Z. Physik Bd. 88, S. 366.) *Br.*

Beleuchtung.

Die Aktinität der photographischen Kunstlichtquellen. — Die Kennzeichnung der photographischen Wirksamkeit der Lichtquellen ist bisher nicht einheitlich erfolgt. O. Reeb hat nun ein neues Verfahren mitgeteilt, bei dem die Bewertung der photographischen Wirkung in folgerichtiger Weiterentwicklung des durch den Normenausschuß der Deutschen Industrie festgelegten Verfahrens zur Kennzeichnung der Empfindlichkeit photographischer Schichten vorgenommen wird. Bei der Bestimmung der Empfindlichkeit nach dem neuen deutschen DIN-Verfahren wird als Normallichtquelle eine Vakuum-Glühlampe von der Farbtemperatur 2360 ° K in Verbindung mit einem genau festgelegten blauen Flüssigkeitsfilter benutzt. Die Belichtung der Emulsion erfolgt durch einen Fallverschluß mit einer Belichtungszeit von $^1/_{20}$ s unter Zwischenschaltung eines auf der Schicht direkt aufliegenden Graukeiles. Zur Kennzeichnung der Empfindlichkeit wird diejenige Keilstufe N angegeben, hinter der bei dem genau vorgeschriebenen Entwicklungsverfahren gerade die Schwärzung 0,1 über dem Schleier erhalten worden ist (Empfindlichkeit = N/10 Grad DIN).

Es läßt sich nun die Größe der Belichtung in Luxsekunden berechnen, die zur Erzeugung dieser kritischen Schwärzung nötig war. Ist E_N die Beleuchtungstärke für die Keilstufe N auf der photographischen Schicht, so findet sich bei einer Belichtungszeit von $^1/_{20}$ s eine „kritische Belichtung" hinter dieser Keilstufe von $0{,}05 \cdot E_N$. Nach dem Vorschlag von Reeb wird nun diese kritische Belichtung bei der zu untersuchenden Lichtquelle im Vergleich zur kritischen Belichtung der Normallichtquelle als Maßzahl für die Aktinität verwendet. Es ist also die für die Emulsion *Em* geltende Aktinität

$$a_{Em} = \frac{\text{Belichtung durch Normallampe}}{\text{Belichtung durch Prüflampe}}.$$

Um von den durch die Verschiedenheit der Empfindlichkeit an verschiedenen Stellen der Schicht und durch die zeitlich aufeinanderfolgende Ausführung der beiden Messungen bedingten Fehlerquellen unabhängig zu werden, kann man längs der Mitte des Graukeils eine nicht reflektierende Scheidewand anbringen, auf deren einer Seite die zu untersuchende Lichtquelle, auf deren anderer die Normallichtquelle die Emulsion belichtet. Die Zahlentafel 1 gibt einen Überblick über die auf diese Weise an einigen elektrischen Lichtquellen für drei verschiedene Emulsionen erhaltenen Aktinitätswerte; das Verfahren ist natürlich auch auf andere als elektrische Lichtquellen anwendbar.

Bei der Untersuchung der Aktinität von Blitzlichtquellen ist die Anwendung des Fallverschlusses naturgemäß nicht möglich. In diesem Fall kann man mit einer neben dem Graukeil aufgestellten Photozelle, deren spektrale Empfindlichkeit an die des menschlichen Auges angeglichen ist, den zeitlichen Verlauf der Lichtemission oszillographisch aufnehmen und aus der Integration der Beleuchtungstärke-Zeit-Kurve die auf der Vorderseite des

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Aktinitätswerte einiger Lichtquellen.

Lichtquelle	Lichtausbeute HLm/W	Aktinität			Aktin. Lichtausbeute akt. HLm/W		
		blau empfindlich	ortho-chromatisch	pan-chromatisch	blau empfindlich	ortho-chromatisch	pan-chromatisch
DIN-Normallampe	—	1	1	1	—	—	—
Vakuum-Glühlampe	10	0,3	0.4	0,8	3	4	8
Gasgef. Glühlampe	20 ... 30	0,6 ... 0,8	0,5 ... 0,6	1,0*)	12 ... 24	10 ... 18	25*)
Dauerbrand-Bogenlampe	7,5	8	6,3	—	60	47	—
Hg-Niederdrucklampe	12 ... 16	3	2	1,5	36 ... 48	24 ... 32	18 ... 24
Hg-Hochdrucklampe	35 ... 45	1,2 ... 2,7	1,1 ... 1,7	0,9 ... 1,6	42 ... 122	39 ... 77	32 ... 72
Natriumlampe	50	—	—	0,5	—	—	25

*) für Glühlampe von 25 HLm/W.

Keiles erzeugte Belichtung ermitteln. Oder man kann den Photostrom der Zelle auf ein ballistisches Galvanometer wirken lassen, das direkt in Belichtungswerten geeicht wird. Die Abbrennzeiten des Blitzlichts sollen sich jedoch nicht um Größenordnungen von der Belichtungszeit des DIN-Fallverschlusses ($^1/_{20}$ s) unterscheiden, da sonst infolge der Abweichungen vom Bunsen-Roscoeschen Gesetz Fehler auftreten können. (O. Reeb, Vortrag Dtsch. Lichttechn. Ges. am 31. I. 1935.) *Frh.*

Elektrowärme.

Ein neuer lichtelektrischer Temperaturregler. — Neuere Temperaturregler arbeiten meist so, daß durch eine elektrische Synchronuhr in bestimmten Zeitabständen die Zeigerstellung eines Meßinstruments abgegriffen wird. Dadurch werden Schalter betätigt, die den Ofenstrom erhöhen oder erniedrigen. Der Ofenstrom wird also nur so oft beeinflußt, wie der Zeiger abgegriffen wird, z. B. alle 15 s. Die Ofentemperatur wird dadurch auf etwa 3 ° genau geregelt. Um eine größere Empfindlichkeit zu erreichen, bauen Lange und Voos in den Ofen ein Thermoelement ein, das in Potentiometerschaltung liegt. Als Nullinstrument dient ein kleines Spannband-Spiegelgalvanometer. Steigt die Ofentemperatur über den gewünschten Wert, so trifft der Lichtzeiger des Galvanometers auf eine Photozelle, die zwischen Gitter und Heizung eines Thyratrons liegt. Die sinkende Gitterspannung zündet das Thyratron, und der Anodenstrom beeinflußt ein Cutax-Kleinrelais, das einen parallel zum Ofen liegenden Widerstand einschaltet. Das Thyratron zündet 10- bis 15mal in der Sekunde; Temperaturen von 1000 ° und mehr werden auf 0,17 ° genau geregelt. Alle Einzelteile des Reglers sind in einem Bakelitgehäuse zusammengebaut. (B. Lange u. E. Voos, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 323.) *Br.*

Flugtechnik.

Vollselbsttätiges elektrisches Leuchtfeuer zur Flugstreckenbefeuerung. — Die Kennzeichnung der Nachtflugstrecken bereitet Schwierigkeiten, wenn in der Nähe eines zu errichtenden Feuers kein elektrisches Netz vorhanden ist. In derartigen Fällen hat man bisher häufig Feuer aufgestellt, deren Lichtquellen mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen gespeist werden. Diese Feuer erfordern entweder die Anwesenheit einer Überwachungsperson oder für selbsttätigen Betrieb die Anwendung teuerer Geräte und haben außerdem eine geringere Lichtstärke und damit eine kleinere Reichweite als elektrisch betriebene Leuchtfeuer. Auch sind die Betriebskosten höher als bei Anwendung von Elektrizität.

Zur Vermeidung dieser Nachteile ist ein neues vollselbsttätiges elektrisches Feuer hergestellt worden, das von einer durch einen Benzin- oder Dieselmotor angetriebenen Dynamo den elektrischen Strom erhält. Die gesamte elektrische Anlage ist in einem kleinen Häuschen am Fuß des Leuchtturmes untergebracht. Sie besteht aus einem Antriebsmotor mit Anlasser, dem Generator, der bei 110 V einen Strom von 10 A abgibt, einer Anlasserbatterie von 12 V und den erforderlichen selbsttätigen Einschalt- und Reguliereinrichtungen. Mit Hilfe eines an dem Antriebsmotor angebrachten Getriebes kann dem Leuchtfeuer eine rotierende Bewegung gegeben werden. Die Einschaltung der Lichtquelle erfolgt entweder durch eine Pendeluhr mit Schaltkontakten oder durch eine Photozelle oder mit Hilfe eines Empfängers durch ein drahtlos gegebenes Signal. Während des Betriebes wird die Umlaufzahl des Antriebmotors durch einen selbsttätigen Regler so eingestellt, daß die Dynamomaschine stets eine konstante Spannung abgibt. Thermoschalter sorgen dafür, daß der Motor ausgeschaltet wird, falls die Kühlwassertemperatur oder Raumtemperatur zu hohe Werte erreicht. Wird die Temperatur des Kühlwassers dagegen am Tage bei Stillstand des Motors so gering, daß die Gefahr des Einfrierens besteht, so setzt sich der Motor selbsttätig so lange in Bewegung, bis das Kühlwasser wieder genügend warm geworden ist. Groß bemessene Behälter für Brennstoff und Kühlwasser ermöglichen es, daß die Anlage ununterbrochen 100 h ohne jegliche Wartung laufen kann. Bei normalem Betrieb wird diese Zeit in ungefähr 30 Tagen erreicht. Zur leichten Kennzeichnung des Feuers sind an dem Leuchtturm Leuchtbuchstaben angebracht. Sie sind aus rd. 3 m langen röhrenförmigen Emaillereflektoren zusammengesetzt, die mit einer schräg zur Reflektorachse verlaufenden Mattglasscheibe abgedeckt sind (Abb. 6). An dem einen Ende des Reflektors

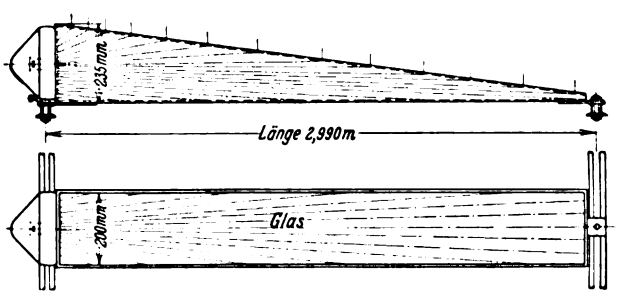


Abb. 6. Emaillereflektoren zur Flugstreckenbefeuerung.

befindet sich ein Parabolscheinwerfer mit einer elektrischen Glühlampe. Durch die aus dem Scheinwerfer austretenden Strahlen wird die Mattscheibe sehr hell und gleichmäßig ausgeleuchtet. (L. Besnard, Rev. gén. Électr. Bd. 37, S. 63.) *M. W.*

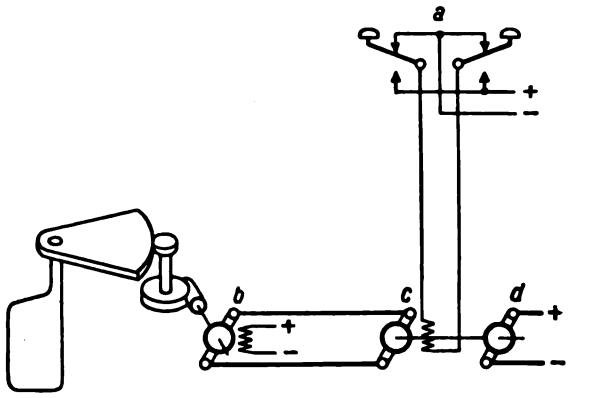
Schiffbau.

Das schnellste Fahrgast-Motorschiff[1]). — Das neueste vom belgischen Staat gebaute Postschiff „Prince Baudouin" für den Dienst zwischen Ostende und Dover erreichte bei 2800 t Wasserverdrängung eine Geschwindigkeit von 25,25 Knoten. Für den Elektrotechniker bemerkenswert ist die umfangreiche Verwendung elektrischer Energie an Bord, die ein Kraftwerk von 2000 kW Gesamtleistung erforderlich macht. Außer der Beleuchtungsanlage werden die Küchen, die Raumheizung und sämtliche Hilfsmaschinen elektrisch betrieben. Die Hauptverbraucher sind die drei 450 kW-Spülluftgebläse für die Hauptmaschinen. Die Deckmaschinen wurden von den Atlas-Werken mit elektrischer Ausrüstung der Siemens-Schuckertwerke geliefert. Besonders bemerkenswert ist die Steuerruderanlage des Schiffes. Da wegen der engen Häfen längere Strecken in Rückwärtsfahrt zurückgelegt werden müssen, ist außer dem Heckruder noch ein Ruder am Bug vorgesehen, so daß also zwei voneinander unabhängige Rudermaschinen vorhanden sind, die durch Druckknöpfe gesteuert werden[2]). Im Steuerhaus befinden sich zwei Druckknopf-Steuerschalter für Heck- und Bugruder mit angebauten Ruderlagezeigern. Der Rudergänger drückt den rechten oder den linken Druckknopf so lange, bis der Ruderlagezeiger den gewünschten Winkel anzeigt (Abb. 7). Beide Rudermaschinen werden durch je einen Motorgenerator in Leonardschaltung gespeist. Diese Schaltung dient hier jedoch nicht zur feinstufigen Geschwindigkeitsregelung, sondern nur dazu, um jegliche Starkstrom-Schaltgeräte zu vermeiden, die zu

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 6, S. 136.
[2]) Vgl. ETZ 52 (1931) S. 915.

Digitized by Google

Störungen Anlaß geben könnten. Das Feld des Steuergenerators wird durch die Druckknöpfe stets voll eingeschaltet. Wegen der natürlichen Dämpfung des Generatorfeldes treten trotzdem keine übermäßigen Stromstöße auf, und es ist möglich, durch kurze Impulse das Ruder um Bruchteile eines Winkelgrades zu verstellen, was mit den bekannten Handradsteuerungen ausgeschlossen ist. Auf



a Steuerschalter *b* Rudermotor *c* Generator *d* Umformer

Abb. 7. Grundschaltbild einer Ruderanlage mit Druckknopfsteuerung und Leonard-Schaltung.

dem Vorschiff befindet sich eine Ankerwinde, welche mit einem Verholspill vereinigt ist. Die zugehörige Steuerwalze ist mit Widerständen, Hauptschütz und Überstromrelais in einem wasserdichten Stahlblechgehäuse untergebracht und so ausgebildet, daß in beiden Drehrichtungen sowohl positive Zugkräfte als auch Bremsmomente ausgeübt werden können, da die Trosse auf dem Spillkopf je nach Bedarf in beiden Richtungen aufgewickelt werden muß. Die weiteren drei Verholspille sind mit einer ähnlichen Steuerung ausgerüstet. Die beiden Bootswinden sind Schneckenradwinden mit Spillköpfen und werden von durchlaufenden Motoren mit aufgebauten Anlassern angetrieben. Die Maschinentelegraphen, Docktelegraphen, Steuertelegraphen und Ruderlagezeiger sind nach dem Wechselstromsystem von Siemens & Halske ausgeführt. (J. Bahl, Siemens-Z. Bd. 15, S. 23.) *Sb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrisierung der Strecke Dittersbach—Glatz. — Die Elektrisierung der 50 km langen zweigleisigen Strecke Dittersbach—Glatz der Deutschen Reichsbahn, die bereits seit 1923 projektiert ist, ist beschlossen worden. Die Strecke verläuft von Glatz bis Dittersbach in einer dauernden Steigung von 1 : 100 und eignet sich daher ganz besonders für elektrischen Betrieb, da die jetzige Beförderung mit Dampflokomotiven die Leistungsfähigkeit der Strecke eng begrenzt. Außerdem hat die Strecke mehrere Tunnel, deren ungünstige Lüftungsverhältnisse die Verwendung der leistungsfähigeren G 12-Dampflokomotiven nicht zulassen. Die Einführung des elektrischen Zugbetriebes wird die betriebliche Bedeutung der Strecke heben, denn bisher mußten wegen des hohen Kohleverbrauchs Verkehrsleistungen auf andere Strecken umgeleitet werden.

Die Strecke Dittersbach—Glatz führt außerdem dicht an dem Reichsbahn-Kraftwerk Mittelsteine vorbei, so daß die Speisung der Strecke ohne Fernleitungen aus einem unmittelbar in der Nähe des Kraftwerks zu errichtenden Unterwerk erfolgen kann. Der Arbeitsbedarf für diese Strecke kann ohne Erhöhung der installierten Leistung des Kraftwerkes gedeckt werden, wodurch sich neben den obenerwähnten betrieblichen Vorteilen noch eine bessere Ausnutzung des Kraftwerkes ergibt. Dies könnte die Wirtschaftlichkeit des schlesischen elektrischen Zugbetriebes insgesamt wesentlich steigern. Auch der Bedarf an elektrischen Lokomotiven und Triebwagen für diese Strecke kann ohne Vermehrung des vorhandenen Parkes gedeckt werden. Die Liegezeiten der Triebfahrzeuge lassen sich im Rahmen des jetzigen Umlaufs so verkürzen, daß diese Strecke mitbedient werden kann. Damit ist auch eine bessere Ausnutzung des Fahrzeugparks im schlesischen Bezirk gegeben. *of.*

Schnellfahrende Leichttriebwagen bei den schweizerischen Bahnen. — Vom 15. V. 1935 an wird der Fahrplan der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) eine Neuerung aufweisen: Die Verwendung von leichten und schnellfahrenden Triebwagen auf Strecken, wo der bisherige Betrieb mit Streckenlokomotiven oder vorhandenen schweren Triebwagen unwirtschaftlich war[1]). Da neben dem elektrisierten Hauptteil des Netzes immerhin noch einige mit Dampf betriebene Strecken vorhanden sind, deren Verkehr keine gar zu großen Zugspausen zuläßt, handelt es sich für die SBB in konstruktiver Hinsicht um zwei Neuerungen: Für die nicht elektrisierten Strecken wurden zwei Dieseltriebwagen bestellt und für die elektrisch betriebenen Strecken zwei elektrische Triebwagen. Die vom bisher Gewohnten abweichende äußere Gestalt des Wagens, die aus der Abb. 8 zu ersehen ist, ist für alle vier Wagen gleich. Von den beiden Drehgestellen ist das eine ein Laufgestell, das andere enthält die beiden Treibachsen, die im einen Fall vom Dieselmotor, im andern Fall von zwei Elektromotoren angetrieben werden. Um seine Aufgabe richtig lösen zu können, muß das Fahrzeug schnell fahren können und insbesondere auch rasch anfahren und auf eine kurze Strecke gebremst werden können. Die Höchstgeschwindigkeit wurde daher auf den in Anbetracht der Eigenart des schweizerischen Bahnnetzes sehr beträchtlichen Wert von 125 km/h angesetzt (die bisher zugelassene Höchstgeschwindigkeit war 100 km/h). Ferner wurde auf das Mitführen von Anhängewagen verzichtet und in der Konstruktion und Auswahl der Baustoffe überall auf möglichste Leichtigkeit hingewirkt. Alles Unnötige wurde weggelassen, so der Hochspannungschalter, an dessen Stelle eine Hochspannungsicherung auf dem Wagendach tritt. Trotz der hohen Fahrgeschwindigkeit begnügte man sich mit nur einem Stromabnehmer, und zwar einer neuen, leichten Bauart. So gelang es, das Leergewicht des Wagens bei 70 Sitz- und 30 Stehplätzen auf nur 32,5 t, d. h. 325 kg auf einen Reisenden, zu beschränken. Die beiden Triebmotoren in Tatzlageraufhängung leisten zusammen einstündig 350 PS. Über dem andern Drehgestell ist der Transformator unter einer niedrigen Haube eingebaut; die Geräte und die Hilfsmaschinen sind in den beiden Hauben an den Wagenenden verteilt, wodurch eine gute Gewichtsverteilung erreicht wird. Die beiden Abteile (Raucher und

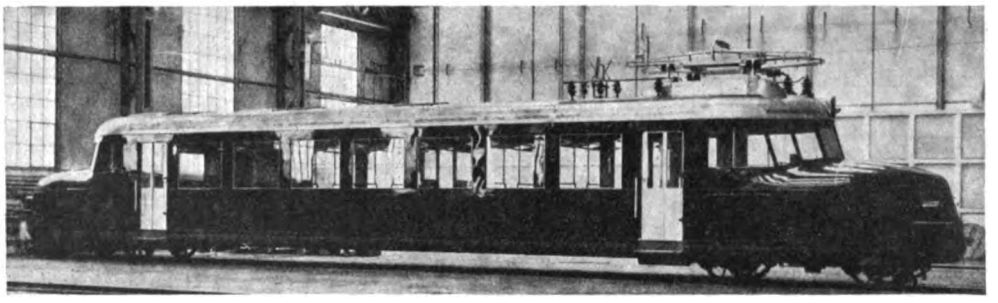


Abb. 8. Die neuen Leichttriebwagen der Schweizerischen Bundesbahnen.

Nichtraucher) werden im Winter mit Luft geheizt, die durch Vorbeistreichen an Heizwiderständen gewärmt wird. Der Führer öffnet und schließt die Einstiegtüren mittels Druckluft von seinem Sitz aus, wobei sich auf die Auftritte in die richtigen Stellungen legen; er kann auch die Überwachung der Fahrkarten besorgen.

Der besetzte Wagen soll nach Vorschrift in einer Minute aus dem Stillstand die Geschwindigkeit von 100 km/h erreichen, was einer Beschleunigung von 0,46 m/s² entspricht. Eine rasche Bremsung wird dadurch erzielt, daß

[1]) ETZ 56 (1935) H. 16, S. 466.

Digitized by Google

neben der Druckluftbremse auch eine elektrische Bremse eingerichtet wird, wobei das Triebgestell durch die als Generatoren auf Widerstände arbeitenden Triebmotoren gebremst, und im letzten Teil des Bremsvorgangs, kurz vor dem Stillstand, noch eine elektromagnetische Scheibenbremse im Laufgestell eingeschaltet wird. Endlich werden die Wagen auch noch mit der Zugsicherungseinrichtung, die im Zusammenhang mit den Signalen wirkt, ausgerüstet. Nach dem Fahrplan sollen diese Leichttriebwagen teilweise als Personenzüge zur Ausfüllung von Fahrplanlücken, teils als Zubringer zu Schnellzügen oder Abnehmer von solchen, teils als Schnellzüge Dienst tun. Vorgesehen ist für einen Wagen eine tägliche Fahrleistung von beinahe 600 km, die durch den übrigen Fahrplan begrenzt ist.

Auch die Lötschbergbahn wird im Laufe dieses Jahres elektrische Leichttriebwagen erhalten, die hauptsächlich auf den von ihr betriebenen elektrisierten Bahnen Bern—Neuenburg, Spiez—Erlenbach—Zweisimmen, Gürbetal und Bern—Schwarzenburg für Vorortsverkehr und schwach besetzte Züge verwendet werden sollen. Sie haben wie die SBB-Wagen ein Trieb- und ein Laufdrehgestell. Der Betrieb erforderte hier keine höhere Geschwindigkeit als 90 km/h, dafür muß aber ein Anhängegewicht mitgenommen werden können, und zwar auf 22 ‰ Steigung 40 t, auf stärkeren Steigungen entsprechend weniger. Das Eigengewicht des Triebwagens ist rd. 26 t, die Gesamtleistung der beiden Triebmotoren ungefähr 270 PS. Die sonstige elektrische Einrichtung entspricht dem der SBB-Wagen. Dagegen werden die Abteile durch Frischstrom mit elektrischen Heizkörpern geheizt. Stockar.

Weitere Bahnelektrisierung in Frankreich. — Die in dem Arbeitsbeschaffungsplan[1]) inbegriffene Bahnelektrisierung in Frankreich stellt eine neue Etappe der Elektrisierung von Haupt- und Vorortstrecken vor und wird das schon elektrisierte Eisenbahnnetz vervollständigen bzw. nach neuen Richtungen erweitern. Wie aus der Übersichtskarte Abb. 9 hervorgeht, liegen die hauptsächlichsten Strecken im Süden und Westen des Landes.

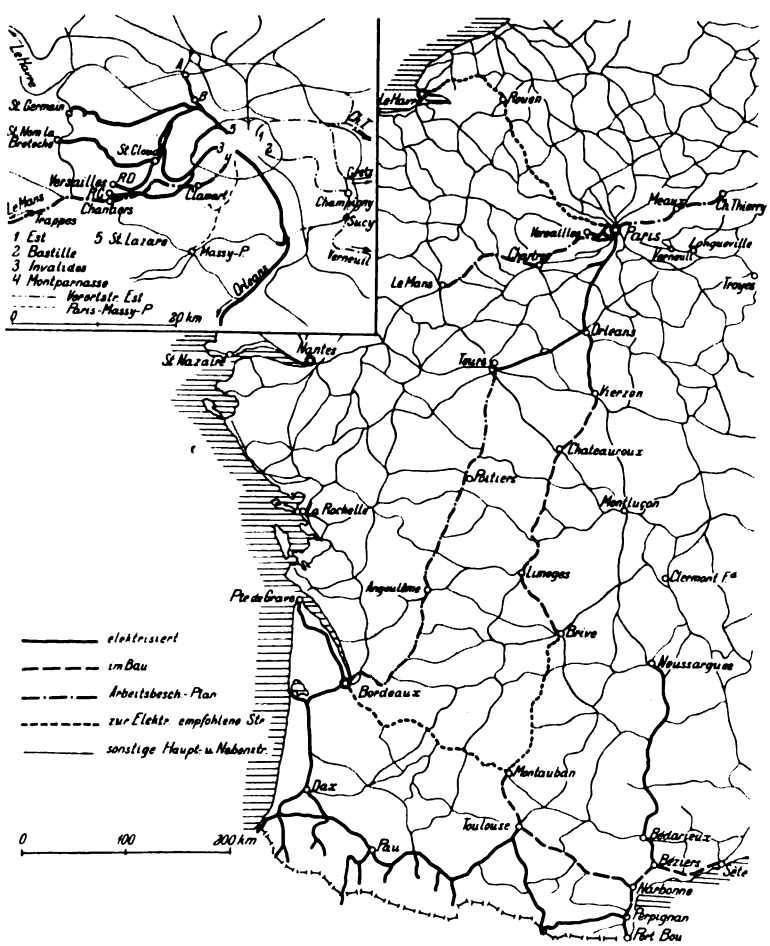


Abb. 9. Eisenbahnnetze in Süd- und Westfrankreich. Nebenkarte: Vorortstrecken von Paris.

Die Paris-Orléans-Bahngesellschaft, die seit Ende 1934 eine gemeinsame Direktion mit der Südbahngesellschaft besitzt, hat die elektrisierten Linien Paris—Orléans—Tours (238 km) und Orléans—Vierzon (79 km) im Betrieb[1]). Vor Beendigung der Elektrisierung befindet sich die Strecke Vierzon—Brive (299 km). Zusammen sind 28 Bahnunterwerke vorhanden, welche, die älteste Strecke Paris—Orléans ausgenommen, auf selbsttätigen Betrieb eingerichtet sind. Die neue den Massif Central durchquerende Strecke Vierzon—Brive mit Steigungen bis 10 ‰ ist mit Unterwerken mit selbsttätigem Betrieb auch für die Energierückgewinnung versehen. Die 350 km lange Strecke Tours—Bordeaux, die nach dem Arbeitsbeschaffungsplan elektrisiert werden soll, wird den elektrischen Verkehr von Paris bis zu den elektrischen Linien der Südbahn erstrecken, so daß die elektrische Bahnverbindung von Paris bis Madrid (1455 km) ununterbrochen hergestellt wird. Die elektrisierte Bahnlänge der P-O-Gesellschaft wird von gegenwärtig 352 km auf 1001 km gebracht, was zwar nur 13 % der gesamten P-O-Bahnlänge, aber über 30 % des Gesamtverkehrs vorstellen wird. Im Projekt liegt die Elektrisierung Brive—Montauban (163 km).

Die Südbahngesellschaft hatte in der letzten Zeit die Strecken Bordeaux—Pointe de Grave (103 km) und Béziers—Neussargues (277 km) elektrisiert[2]). Vor Beendigung der Elektrisierungsarbeiten sind Montauban—Toulouse—Narbonne—Sète (270 km) und Narbonne—Port Bou (107 km). Zusammen hat das Netz 82 Bahnunterwerke, wovon 22 mit Quecksilbergleichrichtern arbeiten. Der selbsttätige Betrieb ist auch hier eingeführt, die ältesten Unterwerke werden entsprechend vervollständigt, so daß ungefähr die Hälfte der Gesamtanzahl den selbsttätigen Betrieb besitzen wird. Auf der Strecke Béziers—Neussargues, die Steigungen bis 33 ‰ und 39 Tunnels ausweist und die höchstliegende elektrische Strecke Frankreichs ist (bis 1053 m über Meer), sind vorwiegend Einankerumformer aufgestellt. Nach Fertigstellung der erwähnten Strecken wird die elektrisierte Bahnlänge auf 1970 km gebracht, was 46 % des Südbahnnetzes vorstellt. Mit eigenen Mitteln wird die Südbahn zunächst die Strecke Bordeaux—Montauban (206 km) mit 9 Bahnunterwerken auf den elektrischen Betrieb einrichten.

Die Staatsbahn hat gegenwärtig die Mehrzahl ihrer Vorortstrecken von Paris in einer Länge von rd. 100 km im elektrischen Betrieb[3]). Als die letzten wurden hier die Strecken St. Cloud— St. Nom la Bretèche (15 km) und die kurze Verlängerung Bois Colombes—Argenteuil elektrisiert (Abb. 9, Nebenkarte, B und A). Im Rahmen des Arbeitsbeschaffungsplans wird als die erste Hauptstrecke der Staatsbahn die Strecke Paris Montparnasse—Le Mans (211 km) nach den für alle Hauptbahnen geltenden Richtlinien (1500 V Betriebspannung, Oberleitung, selbsttätige Unterwerke) elektrisiert. Diese Strecke geht über Versailles Chantiers, und auf diesem Teil, der viergleisig ausgeführt wird, werden auch die zwei dem Vorortverkehr dienenden Gleise von Paris bis Trappes (28 km) elektrisiert. Gegenwärtig ist die Strecke bis Clamart (6 km) viergleisig. Im Projekt liegt die Elektrisierung der zweiten Hauptstrecke der Staatsbahn Paris—Le Havre (228 km).

Die Est-Bahngesellschaft betreibt Vorortstrecken in einer Gesamtlänge von 320 km, die ein nicht so stark besiedeltes Vorortgebiet wie jene der Staatsbahn bedienen, aber sich auf weite Entfernungen, bis Chateau-Thierry (95 km) und Longueville (89 km), erstrecken. Außerdem hat sie eine in Paris-Bastille mündende Nebenstrecke, sogenannte Vincennesstrecke, bis nach Verneuil (55 km) im Betrieb. Die Elektrisierung soll zunächst auf diesen Vorortstrecken bis zuerst nach Meaux (45 km), dann bis nach Chateau-Thierry durchgeführt werden. Jedoch ist auch eine Übernahme der Vincennesstrecke durch die Pariser Untergrundbahn geplant, welche

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1281. Vgl. auch ETZ 55 (1934) S. 68, 1105, 1130.

[1]) ETZ 47 (1926) S. 1301; 48 (1927) S. 20; 50 (1929) S. 1855; 53 (1932) S. 110, 502; 54 (1933) S. 110, 806; 56 (1935); S. 402.

[2]) ETZ 54 (1933) S. 40.

[3]) ETZ 50 (1929) S. 1855; 56 (1935) S. 163.

Digitized by Google

sie bis nach Champigny oder bis nach Sucy-Bonneuil elektrisieren würde, um sie seinem Pariser Untergrundbahnnetz anzugliedern.

Die im Arbeitsbeschaffungsplan zur Bahnelektrisierung vorgesehenen Summen werden in den nächsten sechs Jahren wie in Zahlentafel 2 den einzelnen Gesellschaften zur Verfügung gestellt.

Zahlentafel 2. Arbeitsbeschaffungsplan zur Bahnelektrisierung (in Mill RM*).

	1934	1935	1936	1937	1938	1939/40
Staatsbahn	6,18	8,33	10,00	12,33	13,33	17,00
P-O-Bahn	—	8,33	10,00	12,33	13,33	34,34
Est-Bahn	—	5,50	8,33	12,50	12,50	27,84
P-L-M-Bahn	0,50	2,00	1,67	0,33	—	—

*) 1 RM = 6 fr.

Die Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahngesellschaft wird nur eine kurze Verlängerung von Culoz nach Chambéry (37 km) der schon elektrisierten Strecke Modane—Chambéry (99 km)[1]) unternehmen, welche in den französischen Alpen liegt. Die vom Eisenbahnrat schon als wünschenswert bezeichnete Elektrisierung der Hauptstrecke dieser Gesellschaft liegt noch im Projekt. *ak.*

Die Beleuchtungsverhältnisse in den öffentlichen Verkehrsmitteln. — H. Mattern hat im Winter 1932/33 Untersuchungen über die Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Verkehrsmitteln der Reichsbahn und der Straßenbahnen angestellt. Die Messungen auf den Sitzplätzen wurden in Sitzhöhe unter einem Winkel von etwa 30° mit einem Beleuchtungsmesser vorgenommen. Die Werte für die Stehplätze sind im Abstand 1 m vom Fußboden in der Horizontalen gemessen. Bei den Personenwagen der Deutschen Reichsbahn, bei denen noch Gas für die Beleuchtung verwendet wurde, ergab sich eine mittlere Beleuchtungstärke von etwa 7 Lux. Bei den Personenwagen, die elektrisch beleuchtet werden, ergab sich etwa der doppelte Wert. D-Zug-Wagenabteile zeigten eine mittlere Beleuchtungstärke von 28 bis 45 Lux, je nachdem es sich um Wagen der 2. oder 1. Klasse handelte. Messungen im Straßenbahnwagen einiger südwestdeutscher Straßenbahnen ergaben etwa 20 bis 35 Lux.

Als Mindestwert für die Beleuchtungstärke zum Lesen und Schreiben gelten allgemein 40 Lux. Wenn man diese Werte als Norm zugrunde legt, so entsprechen die Beleuchtungstärken in den öffentlichen Verkehrsmitteln nur in wenigen Fällen den Anforderungen neuzeitlicher Beleuchtung. (H. Mattern, „Arch. Hygiene u. Bakteriologie" Bd. 113, S. 247.) *Hs.*

Elektrische Antriebe.

Gleichlaufanordnungen für elektromotorische Antriebe. — Als einfachste Lösung zur Erzielung des Gleichlaufs zweier oder mehrerer Wellen ist die Anordnung bekannt, bei welcher der Belastungsausgleich durch Asynchronmotoren gleicher Größe und mit gleicher Drehzahlkennlinie erfolgt, die mit den Antriebsmotoren mechanisch gekuppelt und im Ständer und Läufer parallel geschaltet sind. Sollen zwei Wellen, deren Belastung dauernd einen großen Unterschied aufweist, in Gleichlauf gehalten werden, so kann der kleinere Antriebsmotor durch die eine Ausgleichmaschine ersetzt werden. Für diese Anordnung wird an Hand eines Beispiels zunächst die Bemessung der Ausgleichmaschinen besprochen, bei welcher besonders zu berücksichtigen ist, daß „gleichlaufende" Antriebe meist große Regelbarkeit der Drehzahl verlangen und somit die übliche Belüftung der Asynchronmaschinen bei Betrieb mit kleinen Drehzahlen nicht ausreicht. Die Entscheidung, ob der Betrieb der Ausgleichmaschinen bei Lauf mit dem Drehfeld oder gegen dasselbe zu erfolgen hat, ist abhängig vom Schwungmoment der umlaufenden Massen und der Reibung, sowie von der Größe der auftretenden Drehmomente. Ein Überblick über die Drehmomentverhältnisse in Abhängigkeit von der Drehzahl bei Lauf mit dem Drehfeld oder gegen dasselbe wird für das gewählte Beispiel gegeben. Damit der Gleichlauf aus dem Stillstand und bis zum Stillstand gewahrt bleibt, ist in der Schaltung darauf zu achten, daß die Erregung der asynchronen Ausgleichmaschinen zuerst ein- und zuletzt ausgeschaltet wird. Empfehlenswert, besonders bei Antrieb leichter Wellen, ist das einphasige Anlassen der Ausgleichmaschinen, wofür eine Schaltung angegeben wird. Da die übertragbare Ausgleichleistung mit dem Quadrat der Ständerspannung sinkt, ist für entsprechenden Schutz der Anlage durch ein Spannungsrückgangrelais zu sorgen; auch empfiehlt sich wegen des Betriebes mit häufig wechselnder Drehzahl Temperaturüberwachung und Überlastungschutz. Kurz wird die Anwendung eines Frequenzwandlers bei Gleichlauf zweier Wellen erörtert und das Prinzipschaltbild für den Gleichlauf von mehr als zwei Wellen angegeben. (C. W. Drake, Electr. Wld. Bd. 104, S. 240.) *Klt.*

[1]) ETZ 52 (1931) S. 118, 1282; 53 (1932) S. 18.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Der Dunkelstrom der Alkalizellen. — Alkaliphotozellen zeigen die unangenehme Eigenschaft, daß durch sie bereits ohne Belichtung ein Strom fließt. Die Ursache dieses Dunkelstroms wurde bisher in der Radioaktivität der Alkalimetalle gesucht. R. Schulze untersucht nun die Temperaturabhängigkeit des Dunkelstroms und findet, daß diese durch eine Exponentialfunktion dargestellt werden kann. Da die radioaktiven Erscheinungen temperaturunabhängig sind, kommt er zu dem schon von anderen als Vermutung ausgesprochenen Schluß, daß der Dunkelstrom als Glühelektronenstrom aufzufassen ist. Diese Anschauung wird unterstützt durch die Tatsache, daß der Dunkelstrom die für Glühelektronen kennzeichnenden Sättigungserscheinungen zeigt und daß die aus der Richardson-Gleichung errechnete langwellige Grenze mit der aus lichtelektrischen Ausbeutekurven gefundenen gut übereinstimmt. Als praktische Folgerung ergibt sich, daß zur Vermeidung des Dunkelstroms die Photozellen gekühlt werden müssen. Um den Dunkelstrom unter 10^{-15} A zu halten, müßten die Zellen bei hydrierter Kaliumfüllung und bei Rubidiumfüllung auf 0° C, bei Cäsiumfüllung auf —30° C und bei Cs-CsO_2-Füllung auf —50° C gebracht werden. (R. Schulze, Z. Physik Bd. 90, S. 63.) *Br.*

Änderung der Permeabilität nach der Entmagnetisierung. — Die American Society for Testing Materials hat 1933 zwei Normalverfahren zur Messung der Permeabilität bei kleinen Induktionen angegeben, ein Brücken- und ein Potentiometerverfahren. Die beiden Verfahren ergaben keine befriedigende Übereinstimmung. Die Untersuchung zeigte, daß die Unterschiede nicht in dem Verfahren selbst, sondern in dem Verhalten des ferromagnetischen Stoffes liegen. Dieser wird vor dem Versuch in der üblichen Weise mit Wechselstrom abnehmender Stärke entmagnetisiert. Es zeigte sich nun, daß die Permeabilität bei sehr kleinen Induktionen nach der Entmagnetisierung eine Zeitlang abnimmt. Die Änderung beträgt 10 bis 15 %. Die Hälfte der Abnahme entfällt auf die ersten 30 min. Nach 18 bis 24 h ist die Änderung abgeklungen. Nach dieser Zeit darf also erst die Messung ausgeführt werden. (R. L. Sanford, Bur. Stand. J. Res. Bd. 13, S. 371.) *ue.*

Untersuchungen über die Ionosphäre. — Als Ionosphäre bezeichnen die Verfasser die auch Heavisideschicht genannte Zone der oberen Atmosphäre, die infolge ihrer starken Ionisation elektrische Wellen zu reflektieren und zu führen vermag. Die Höhe dieser Schicht wurde im Bureau of Standards 2½ Jahre lang gemessen, indem kurze Impulse von etwa $2 \cdot 10^{-4}$ s an einem 25 km entfernten Orte aufgezeichnet wurden. Die Zeitdifferenz zwischen der Bodenwelle und der an der Ionosphäre reflektierten Welle gestattet die Höhe dieser Schicht zu berechnen. Durch Verwendung verschiedener Frequenzen findet man, daß mehrere solcher Schichten vorhanden sind, von denen drei besonders stark hervortreten: eine E-Schicht von 100 bis 120 km Höhe, eine F_1-Schicht von etwa 180 km und eine F_2-Schicht von etwa 240 km Höhe. Die kritische Frequenz, bei der die Reflexionen eintreten, ändert sich für die E- und F_1-Schicht täglich und jährlich mit dem Stand der Sonne; für diese Schichten ist daher die Sonne als Hauptionisationsquelle anzusehen. Die kritische Frequenz der F_2-Schicht zeigt keinen solchen einfachen Gang; sie ist im Sommer abends am größten und

Digitized by Google

mittags im Winter größer als im Sommer. Immerhin ist ein täglicher Gang auch hier zu erkennen. Die angegebenen Höhen sind virtuelle Höhen; sie sind ohne Berücksichtigung der Geschwindigkeitsänderung durch niedrigere ionisierte Schichten berechnet. Es ist aber nicht anzunehmen, daß zwischen den einzelnen Schichten nichtionisierte Gebiete liegen; vielmehr ist eine ionisierte Schicht anzunehmen, deren Ionisation sich mit der Höhe ändert. (S. S. Kirby, L. V. Berkner u. D. M. Stuart, Bur. Stand. J. Res. Bd. 12, S. 15.) *Br.*

Zur Elektronenoptik Braunscher Röhren. — Für das Arbeiten mit Braunschen Röhren ist ein möglichst kleiner Fluoreszenzfleck erwünscht. Die elektronenoptische Abbildung der Strahlungsquelle muß also mit kleiner Vergrößerung erfolgen. Benutzt man als Elektronenlinse zwei ebene parallele Lochblenden verschiedenen Potentials in kleinem Abstand, so ergibt sich als Vergrößerung $V = \left(\frac{l}{a} - 1\right)\sqrt{\frac{E_1}{E_2}}$. Darin ist der Abstand Strahlenquelle vom Schirm l und von der Doppelblende a; E_1 und E_2 sind die Voltgeschwindigkeiten der Elektronen vor und hinter der Doppelblende. Das Gesetz erlaubt, durch geeignete Wahl der Blendenspannung kleine Vergrößerung, also scharfe Fluoreszenzflecke und trotzdem große Bildweiten, also große Ablenkungsempfindlichkeit zu erhalten. Die Einstellung der Bildweite bei beliebig gewählten Vergrößerungen läßt sich durch Wahl der Wehneltzylinderspannung erreichen. Der Wehneltzylinder wirkt nämlich wie eine Sammellinse, die von einem innerhalb ihrer Brennweite befindlichen Gegenstand ein virtuelles Bild entwirft; dieses Bild ist der von der Lochelektrodenlinse abgebildete Gegenstand. Durch Gasfüllung läßt sich die gewünschte Schärfe noch verbessern. Wird die Vergrößerung bei Hochvakuum auf den zehnten Teil herabgesetzt, so genügt etwa ein Zehntel der üblichen Gasdrücke, um Gaskonzentrationswirkung zu erhalten. Die Lebensdauer der Oxydkathode erhöht sich dadurch auf das Zehnfache. (M. von Ardenne, Z. Physik Bd. 88, S. 251.) *Wba.*

Zur Theorie des Ferromagnetismus. — In einem Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute ging W. Heisenberg auch auf die Theorie des Ferromagnetismus ein. Nach der klassischen Theorie besitzen zwar die einzelnen Eisenatome ein magnetisches Moment, aber die magnetischen Kräfte zwischen den einzelnen Atomen sind viel zu schwach, um gegen die Temperaturbewegung ein Parallelstellen der atomaren Magnete zu bewirken. Erst die Atommechanik konnte zeigen, daß es sich hier um eine neue Art von Kraft handelt, die am ehesten mit den chemischen Valenzkräften verglichen werden kann. Während die Valenzkräfte die magnetischen Momente der miteinander reagierenden Atome antiparallel zu stellen suchen, bewirkt diese negative Valenzkraft eine Parallelstellung der Momente. Der Ferromagnetismus ist also nicht eine Eigenschaft der Atome, sondern ihrer Wechselwirkung. Das Zustandekommen der negativen Valenzkraft beruht auf den kennzeichnenden unanschaulichen Zügen der neuen Atomphysik. Es zeigt sich zunächst, daß die Valenzkräfte nicht abhängen von der Richtung der Magnetisierung in bezug auf die Kristallachsen. Im einfachsten Fall wäre also ein magnetischer Stoff stets bis zur Sättigung magnetisiert. Die magnetischen Kräfte zwischen den Atomen stören dieses einfache Bild. Sie bewirken, daß das magnetische Moment in einem Kristall bestimmte Richtungen bevorzugt, die entweder durch die Kristallachsen oder durch von Ort zu Ort verschiedene Verzerrungen festgelegt sind. Während das einfache Bild keine Koerzitivkraft und keine Hysteresis kennt, bewirken die inneren Spannungen und die damit gegebenen verschiedenen Richtungen des magnetischen Moments gerade die Koerzitivkraft. Sie ist durch die Größe der inneren Spannungen und durch die Größe der Wechselwirkung zwischen Verzerrungsrichtung und Magnetisierungsrichtung bestimmt; diese Wechselwirkung ist im wesentlichen durch die Magnetostriktion gegeben. Große Koerzitivkraft erhält man also bei Werkstoffen mit großen inneren Spannungen, d. h. möglichst hartem Werkstoff, und bei Legierungen mit möglichst großer Magnetostriktion. Beseitigt man die Verzerrungen durch Glühen und wählt man Legierungen wie Permalloy mit möglichst kleiner Magnetostriktion, so erhält man Stoffe mit kleiner Koerzitivkraft und kleinen Hysteresisverlusten. (W. Heisenberg, Stahl u. Eisen Bd. 54, S. 749.) *Br.*

Absolute Bestimmung des Ampere. — Um den Übergang von den internationalen zu den absoluten elektrischen Einheiten zu ermöglichen, führen die großen staatlichen Laboratorien eine Neubestimmung des Verhältnisses der beiden Einheiten durch. Als erste abgeschlossene Arbeit liegt eine Neubestimmung des Ampere vom Bureau of Standards vor. Zur absoluten Bestimmung diente die Stromwaage, bei der an einer empfindlichen Waage eine bewegliche Spule im Felde einer festen von gleichem Strom durchflossenen Spule hängt. Die Messung in internationalen Einheiten erfolgte nicht mit dem Silbervoltameter, sondern mit den Normalelementen und Widerstandsnormalen der Anstalt. Das Ergebnis ist: 1 internationales Ampere = 0,999 928 absolute Ampere. Der Fehler ist kleiner als 0,000 020. Das Ergebnis stimmt mit einer 1911 vorgenommenen Messung innerhalb der Fehlergrenzen überein. (H. L. u. R. W. Curtis, Bur. Stand. J. Res. Bd. 12, S. 665.) *ue.*

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke*).

(Die fettgedruckten Zahlen beziehen sich auf das letzte, die *schräg*gedruckten auf das vorletzte Geschäftsjahr.)

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswert	Landkraftwerke Leipzig AG.	Nordwestdeutsche Kraftwerke AG.	Großkraftwerk Mannheim AG.	Elektrowerke AG. Berlin	Elektricitätswerk Südwest AG.	Elektricitätsverband Gröba (Zweckverband)	Bayernwerk AG.	Walchenseewerk AG.	Mittlere Isar AG.
Wohnsitz		Kulkwitz	Hamburg	Mannheim	Berlin	Berlin-Schöneberg	Kötzschenbroda	München	München	München
Letztes Geschäftsjahr		1. 7. 33 bis 30. 6. 34	1. 10. 33 bis 30. 9. 34	1. 4. 33 bis 31. 3. 34	1. 1. 34 bis 31. 12. 34	1. 1. 34 bis 31. 12. 34	1. 1. 34 bis 31. 12. 34	1. 10. 33 bis 30. 9. 34	1. 10. 33 bis 30. 9. 34	1. 10. 33 bis 30. 9. 34
Art des Versorgungsgebiets bzw. der Gesellschaft		Überlandversorgung	Überwiegend Landversorgung durch getrennte Werke	Versorgung benachbarter Werke	Überwiegend Großabnehmer	Großstadtversorgung	Zweckverband für Landwirtschaft und Großabnehmer	Landesversorgung m. Eigenerzeugung, hauptsächlich aber Bezug von Konzernwerken Walchensee u. Mittl. Isar	Überlandversorgung Konzern Bayernwerk	Überlandversorgung Konzern Bayernwerk
Letzte Veröffentlichung in der ETZ		--	1934, S. 704 II	1934, S. 474 VI	1932, S. 900 VIII	1934, S. 1231 I	1934, S. 704 V	1934, S. 1034 VII	1934, S. 1034 VIII	1934, S. 1034 IX

Zu I. Der Gesamtanschlußwert im unmittelbaren und mittelbaren Versorgungsgebieten betrug 244 371 (237 775) kW, die Stromabgabe 85,909 (72,090) Mill kWh, Steigerung mithin 19,17 %; diese verteilt sich mit rd. 90 % auf Groß- und rd. 10 % auf Kleinabnehmer. Die Gefolgschaft umfaßte am Ende des Geschäftsjahres 460 (330) Mitglieder.

*) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 15, S. 443.

Digitized by Google

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma (gekürzt)		Leipzig-Kulkwitz	Nordwest Hamburg	Großkraft Mannheim	Elektro-werke Berlin	Südwest Berlin-Schöneberg	Gröba Verband	Bayern-werk	Walchen-see*)	Mittlere Isar*)
A Bilanz										
a) Aktiva										
I. Anlagevermögen:										
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke und Gebäude	10^3 RM	13 115	26 003	5 235	173 001	72 225	17 820	50 149	15 432	89 567
	„	*13 051*	*26 803*	*5 165*	*178 433*	*69 258*	*17 469*	*50 065*	*15 325*	*89 765*
2. Fortleitung und Verteilung einschl. Zähler	„	10 506	15 337	16 130	29 020	26 817	26 590	26 130	8 506	1 660
	„	*10 441*	*15 034*	*16 129*	*28 978*	*28 592*	*20 462*	*27 038*	*8 679*	*1 675*
3. Im Bau befindliche Anlagen	„	58	66	—	1 710	301	288	302	—	14
	„	*47*	*56*	—	—	*328*	*139*	*47*	—	*2 116*
4. Betriebs- und Geschäftsinventar	„	—	—	84	—	49	9 341	—	—	—
	„	—	—	*76*	—	*49*	*9 255*	—	—	—
Summe I	10^3 RM	23 739	42 096	21 449	203 910	101 452	48 039	76 567	24 008	91 241
	„	*23 539*	*41 893*	*21 370*	*207 411*	*98 227*	*47 325*	*77 150*	*24 004*	*91 440*
II. Beteiligungen	„	1 114	1 684	45	66 500	—	52	14 278	—	—
	„	*1 107*	*1 684*	—	*62 800*	—	*51*	*14 137*	—	—
III. Umlaufsvermögen:										
1. Vorräte	„	295	1 211	474	4 022	304	400	1 157	—	—
	„	*313*	*1 008*	*501*	*4 777*	*270*	*447*	*1 386*	—	—
2. Eigene Aktien	„	—	—	12	—	—	—	—	—	—
	„	—	—	*12*	—	—	—	—	—	—
3. Forderungen:										
a) an abhängige und Konzerngesellschaft.	„	—	1 235	—	6 638	5 376	—	11 256[1])	2 257	392
	„	—	*464*	—	*6 992*	*8 266*	—	*5 405*	*2 243*	*392*
b) an sonstige Schuldner	„	5 964	1 173	1 699[1])	12 202	1 112	7 490	6 566	152	315
	„	*6 148*	*1 359*	*1 273*	*10 020*	*8 110*	*7 351*	*5 312*	*168*	*409*
4. Sonstiges Umlaufsvermögen (Effekten, Bankguth. Hyp., Kasse, Postscheck, Wechsel usw.)	„	4 684	2 959	4 435	20 097	297	00	480	41	67
	„	*3 382*	*2 723*	*2 616*	*11 822*	*218*	*30*	*94*	*57*	*11*
Summe III	10^3 RM	10 943	6 578	6 620	42 959	6 785	7 980	19 459	2 450	774
	„	*9 843*	*5 554*	*4 402*	*33 611*	*16 864*	*7 378*	*12 197*	*2 468*	*812*
IV. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	35 798	50 358	28 114	313 369	108 591	56 071	110 322	26 458	92 015
	„	*34 489*	*49 131*	*25 772*	*303 822*	*115 091*	*56 204*	*103 484*	*26 472*	*92 252*
b) Passiva										
I. Grundkapital	10^3 RM	16 000	12 000	6 150	110 000	56 000	—[2])	16 000	5 000	27 000
	„	*16 000*	*12 000*	*6 150*	*110 000*	*50 000*	—	*18 000*	*5 000*	*27 000*
II. Reservefonds	„	494	2 164	305	26 566	2 398	3 468	3 126	1 288	2 167
	„	*494*	*1 929*	*291*	*28 500*	*2 163*	*3 468*	*3 114*	*1 258*	*2 167*
III. Rückstellungen	„	883	828	667	4 795	1 893	378	3 186	40	284
	„	*337*	*828*	*476*	*4 650*	*2 257*	*591*	*256*	*40*	*234*
IV. Wertberichtigungen	„	9 913	20 000	16 213	93 421	14 374	22 825	13 929	6 492	16 939
	„	*8 929*	*19 200*	*7 385*	*84 163*	*13 109*	*20 469*	*13 738*	*5 727*	*9 430*
V. Verbindlichkeiten:										
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	„	254	—	—	240	—	—	2 802	—	10 377[1])
	„	*239*	—	—	*753*	—	—	*2 708*	—	*828*
2. aus Anleihen	„	7 017	13 685	9 135	56 685	34 060	27 703	66 287[2])	13 414	41 012[1])
	„	*7 396*	*13 859*	*9 451*	*60 825*	*41 646*	*28 897*	*58 287*	*14 301*	*51 480*
3. sonstige	„	579	494	1 374	12 768	2 148	1 697	2 775	258	205
	„	*237*	*400*	*1 744*	*9 412*	*2 261*	*1 779*	*7 364*	*129*	*1 110*
Summe V	10^3 RM	7 850	13 549	10 509	69 893	36 208	28 400	72 054	13 672	51 594
	„	*7 872*	*14 259*	*11 195*	*70 990*	*43 907*	*30 676*	*68 359*	*14 430*	*53 418*
VI. Reingewinn	10^3 RM	850	917	270	6 970	3 748	0[1])	36[1])	28[1])	31[2])
	%	*5*	*6*	*4*	*6*	*6,5*	*0*	*0*	*0*	*0*
	10^3 RM	857	915	275	5 519	3 685	0	17	17	13
	%	*5*	*6*	*4*	*5*	*6,5*	*0*	*0*	*0*	*0*
VII. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	35 798	50 358	28 114	313 369	108 591	56 071	110 322	26 458	92 015
	„	*34 489*	*49 131*	*25 772*	*303 822*	*115 091*	*56 204*	*103 484*	*26 472*	*92 252*
B Gewinn- u. Verlustrechnung										
a) Aufwendungen										
I. Ausgaben für										
1. Betrieb	10^3 RM	1 126	2 074	625	16 441	2 224	4 431	2 077	15	58
	„	*1 073*	*1 625*	*638*	*8 568*	*2 197*	*4 068*	*1 884*	*36*	*80*
2. Sonstiges	„	953	2 435	431	8 780	2 041	—	10 154	12	38
	„	*618*	*2 213*	*655*	*7 936*	*1 600*	*31*	*8 546*	*11*	*16*
II. Abschreibungen	„	1 169	2 684	2 661	18 835	4 322	2 412	4 905	903	1 978
	„	*1 127*	*2 622*	*1 281*	*16 617*	*4 324*	*2 120*	*2 672*	*687*	*1 505*
III. Zinsen	„	—	506	468	1 037	1 022	1 427	2 957	183	850
	„	—	*540*	*537*	*2 789*	*2 262*	*1 730*	*3 423*	*249*	*1 087*
IV. Steuern und soziale Abgaben	„	891	1 217	469	2 986	2 226	230	221	17	20
	„	*767*	*915*	*374*	*2 158*	*2 181*	—	*203*	*17*	*23*
Summe a)	10^3 RM	4 141	8 833	4 794	42 079	12 435	8 500	20 314	1 130	2 948
	„	*3 585*	*8 024*	*3 495*	*38 068*	*12 464*	*7 949*	*16 728*	*1 000*	*2 711*
V. Reingewinn	„	850	917	270	6 970	3 748	0[1])	30	28	31
	„	*857*	*915*	*275*	*5 519*	*3 655*	*0*	*17*	*17*	*12*
VI. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	4 997	9 750	5 064	49 049	16 183	8 500	20 350	1 150	2 979
	„	*4 442*	*8 939*	*3 770*	*43 587*	*16 119*	*7 949*	*16 745*	*1 017*	*2 724*
b) Erträgnisse										
I. Betriebseinnahmen aus										
1. Stromverkauf	10^3 RM	4 714	8 893	3 461	40 564	12 645	7 964	17 424	711	1 804
	„	*4 243*	*8 017*	*3 671*	*35 887*	*12 757*	*7 574*	*14 511*	*778*	*2 106*
2. Sonstigem	„	74	108	—	—	—	461	853	3	—
	„	*5*	*109*	*93*	—	—	*145*	*450*	*9*	*1*
Summe I	10^3 RM	4 788	8 801	3 461	46 504	12 645	8 365	18 277	714	1 804
	„	*4 248*	*8 126*	*3 764*	*35 887*	*12 757*	*7 719*	*14 966*	*787*	*2 107*
II. Beteiligungen	„	6	97	—	4 331	—	—	287	—	—
	„	*6*	*115*	—	*6 633*	—	—	*272*	—	—
III. Vortrag und sonstiges	„	203	852	1 583[2])	4 124	3 538	135	1 766	442[2])	1 175[2])
	„	*188*	*698*	*6*	*1 067*	*3 362*	*230*	*1 507*	*230*	*617*
IV. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	4 997	9 750	5 064	49 049	16 183	8 500	20 350	1 156	2 979
	„	*4 442*	*8 939*	*3 770*	*43 587*	*16 119*	*7 949*	*16 745*	*1 017*	*2 724*

Digitized by Google

Zu II. Stromerzeugung und Bezug 250,162 (234,861) Mill kWh. Von den Hamburgischen Elt.-Werken wurden 49,082 (47,304) Mill kWh, von der Preußen-Elektra 4,737 (7,533) Mill kWh bezogen. Im Torfkraftwerk Wiesmoor wurden 67,627 (63,909) Mill kWh erzeugt. Das Bauprogramm erforderte einen Kostenaufwand von 1,531 Mill RM.

Die Stromabsatzsteigerung gegenüber dem Vorjahre betrug 6,62 %. Hiervon entfielen auf die versorgten Städte 1,04 %, auf die Landgebiete 14,84 % und auf die Industrie 3 %.

Zu III. Stromabsatz 169,468 (155,9) Mill kWh. Eigenerzeugung 129,068 (101,886) Mill kWh; die Mehrerzeugung wurde durch verminderte Wasserkraft-Zulieferung bedingt.

[1]) In diesem Posten sind enthalten 0,9 Mill RM rückständige Einlagen des A.-K. (15 %).

[2]) Auf Anforderung der Steuerbehörde sind die zurückgekauften eigenen Anleihen in fremder Währung zum Nominalwerte eingesetzt. Der sich daraus ergebende Buchgewinn ist als außerordentliches Erträgnis ausgewiesen und als Sonderabschreibungen für Wertberichtigung (B II) weiter verbucht.

Zu IV. Stromerzeugung 2254 (1821) Mill kWh, Zuwachs 24 %. Den stärksten Anteil hieran hatte die Großindustrie, die damit die Höhe des bisher besten Jahres 1929 fast erreicht. Die Lieferung an die Landesversorgung und an die Reichsbahn erhöhten sich um rd. 10 %.

Um allen Anforderungen gerecht zu werden, wurde beschlossen, neben den bisherigen drei Kraftwerken auch das Kraftwerk Harbke der Braunschweigischen Kohlenbergwerke, an denen die Elektrowerke beteiligt sind, zur Deckung des Energiebedarfes heranzuziehen. Die Gefolgschaft betrug am Ende des Berichtsjahres 5219 Personen, davon waren 824 Angestellte und 4395 Arbeiter. Die Steigerung gegen den Beginn des Jahres betrug 10 %.

Zu V. Obwohl durch umfangreiche Werbetätigkeit Gewährung von namhaften Zuschüssen zu den Wohnungsinstallationen und für Reklamebeleuchtungen mehr als 6000 neue Anlagen angeschlossen werden konnten, blieb der Gesamtstromabsatz gegenüber dem Vorjahre doch noch um 0,12 % zurück; erst in den letzten Monaten des Berichtsjahres war eine Erhöhung des Absatzes gegenüber den gleichen Monaten des Vorjahres eingetreten. Die Kraftstation Schöneberg blieb während des ganzen Jahres, die in Wilmersdorf vom 19. V. bis 27. X. 1934 außer Betrieb. Eigenerzeugung 44,524 Mill kWh, Bezug von der BEWAG 45,544 Mill kWh. Nutzbare Abgabe 75,520 (75,609) Mill kWh.

Zu VI. Bezogen und erzeugt wurden 165,058 (157,843) Mill kWh, abgegeben 153,009 (146,005) Mill kWh, Zunahme rd. 4,8 %. Im 1. Halbjahre 1934 wurden 20 % mehr abgegeben, gegenüber dem ersten Halbjahre 1933.

[1]) Der Zweckverband weist kein eigenes Geschäftskapital aus, der erzielte Überschuß wird satzungsgemäß zu Sonderabschreibungen auf Anlagen verwendet.

Zu VII. Der gesamte Drehstrom- und Einphasenstrom-Umsatz betrug rd. 1,099 (0,864) Mrd kWh. Davon entfallen auf

nutzbare Drehstrom-Erzeugung einschließlich Fremdbezug . . . . rd. 696 Mill kWh
nutzbare Einphasenstrom-Erzeugung einschl. Fremdbezug . . . . . „ 204 „ „
ins Netz eingespeiste Transportenergie . . . . . „ 199 „ „

Die gesamte nutzbare Erzeugung an Drehstrom und Einphasenstrom einschl. des Fremdstrombezuges belief sich somit auf rd. 900 (674) Mill kWh; Steigerung 33,5 %.

Die nutzbare Drehstromabgabe betrug . . . . . rd. 602 (451) Mill kWh
Die Einphasenstromabgabe an die Reichsbahn . . . . . „ 200 (148) „ „

[1]) Die Zunahme ist auf die Ausleihung an die Mittlere Isar AG. zurückzuführen, welche damit ihre Bankschuld abgedeckt hat; umgekehrt hat eine andere Konzerngesellschaft laut Bericht einen Kredit zurückgezahlt, wodurch dem Bayernwerk Mittel zugeflossen sind.

[2]) Die aus dem 10 Mill hfl.-Darlehen von 1933 und dem Inlanddarlehen von 1,25 Mill RM sind zur Ablösung höher verzinslichen Gelder von 997 Mill RM, zur Abdeckung von Bankschulden mit rd. 1,4 Mill RM und zur Minderung der Wechselverpflichtungen mit 3,56 Mill RM verwendet worden.

Über die Höhe des vom Bayerischen Staat an das Bayernwerk geleisteten Zuschusses wegen des Verlustes aus den Mainstaustufen und ebenso von den vom Bayernwerk an die Schwestergesellschaften geleisteten Zuschüssen ist zahlenmäßig in Bericht und Bilanz nichts angegeben.

[3]) Der Reingewinn ist neu vorgetragen.

Zu VIII. An das Bayernwerknetz wurden rd. 121 Mill kWh Drehstrom abgegeben; rd. 46 Mill kWh Einphasenstrom wurden erzeugt. Die gesamte nutzbare Stromerzeugung mit rd. 167 Mill kWh übertrifft die des Vorjahres um rd. 30 %.

[*]) Betriebskonzern des Bayernwerkes AG. München.

[1]) Der Reingewinn ist neu vorgetragen worden.

[2]) In diesem Posten sind die erzielten Kursgewinne ausgewiesen und die Zuweisung des Bayernwerkes enthalten, die zum Ausgleich des Betriebsverlustes erfolgt ist; über die Höhe der Überweisung sind keine Ziffern angegeben.

Zu IX. Es wurden 182 Mill kWh Drehstrom und 143 Mill kWh Einphasenstrom, insgesamt also 325 Mill kWh mit Wasserkraft nutzbar erzeugt. Die Erzeugung ist um rd. 5,5 % kleiner als im Vorjahre, infolge der ungünstigen Wasserverhältnisse. Dem Umformer wurden zur Umwandlung von Einphasenstrom in Drehstrom rd. 4,8 Mill kWh und aus dem Bayernwerknetz zur Umwandlung von Drehstrom in Einphasenstrom rd. 21,6 Mill kWh zugeführt.

[*]) Betriebskonzern des Bayernwerks AG. München.

[1]) Bankschulden in Höhe von 8 000 000 RM sind zurückgezahlt und dagegen bei der Bayernwerk AG. 9 548 861 RM aufgenommen worden.

[2]) Der Reingewinn ist neu vorgetragen worden.

[3]) Hierin enthalten die erzielten Kursgewinne sowie die ziffernmäßig nicht ausgewiesene Vergütung der Bayernwerk AG. zum Ausgleich des Betriebsverlustes.

Trb.

Werkstatt und Baustoffe.

Schmelzpunkte einiger Chrom-Eisen-Widerstandslegierungen. — Die viel verwendeten und gut bewährten Chrom-Nickel-Legierungen eignen sich nicht für den Betrieb oberhalb 1150 ° C. Es ist gelungen, Widerstandslegierungen herzustellen, die für den Dauerbetrieb bis etwa 1350 ° C verwendet werden können. Es handelt sich um Chrom-Eisen-Legierungen mit etwas Aluminiumzusatz, deren spezifischer Widerstand bei Zimmertemperatur etwa 1,4 $\Omega\,mm^2/m$ beträgt. Die untersuchten Legierungen unterscheiden sich nur unwesentlich voneinander. Untersuchungen in der Physikalisch-technischen Reichsanstalt haben die Hitzebeständigkeit bis 1350 ° C bestätigt. Der Schmelzpunkt liegt in allen Fällen bei etwa 1500 ° C. (F. Hoffmann u. A. Schulze, Physik Z. Bd. 35, S. 881.) *Br.*

AUS LETZTER ZEIT.

Neubesetzung der Stelle des Reichsbeauftragten der Überwachungstelle für unedle Metalle. — Das Reichswirtschaftsministerium teilt mit: Der Reichswirtschaftsminister hat den bisherigen Leiter der Überwachungstelle für technische Erzeugnisse, Reichsbahnrat Stinner, zum Reichsbeauftragten der Überwachungsstelle für unedle Metalle bestellt. Die Geschäfte der Überwachungstelle für technische Erzeugnisse werden bis auf weiteres von Reichsbahnrat Stinner weitergeführt.

Welt-Rundfunkzahlen. — Nach Mitteilung des internationalen Rundfunkbüros in Genf waren Ende 1934 48 300 000 Rundfunkempfänger in Gebrauch. Das entspricht etwa 193 000 000 Hörern. Die größte Zahl Empfangsgeräte haben die V. S. Amerika, nämlich 20 750 000, es folgt England mit 6 780 569, an dritter Stelle Deutschland mit 6 142 921. Im ganzen sind in Europa etwa 23 500 000 Empfänger vorhanden. Die höchste Hörerdichte hat Dänemark mit 160 Empfangsgeräten auf 1000 Einwohner. Der Zugang an Empfängern im Jahre 1934 betrug 3 500 000, wozu noch 2 000 000 Empfänger in Kraftwagen in den V. S. Amerika kommen.

Leuchte für staubige Betriebe. — Auf Anregung der Braunkohlenindustrie wurde eine Leuchte entwickelt, die für staubige Betriebe, besonders solche mit brennbarem Staub geeignet ist. Die Leuchte ist so gut abgedichtet, daß kein Staub eindringen und sich an der heißen

Digitized by Google

Glühlampe entzünden kann; der oberhalb der Glasglocke befindliche Blech-Kegelmantel ist so stark geneigt, daß der sich doch absetzende Staub nur eine geringe Schichtstärke erreichen und nicht zum Schwelen gebracht werden kann.

Fernsehen in den V. S. Amerika. — Der Präsident der Radio Corporation gab auf der Jahresversammlung der Aktionäre bekannt, daß die Gesellschaft beschlossen habe, 200 000 £ aufzuwenden, um „das Fernsehen aus dem Laboratorium herauszubringen". Es sind 3 Programmpunkte aufgestellt worden: 1. Bau der ersten neuzeitlichen Fernsehanlage in den V. S. Amerika, 2. Herstellung einer begrenzten Anzahl von Fernsehempfangs-Einrichtungen zur Aufstellung an geeigneten Orten, 3. Entwicklung eines Programmdienstes mit den nötigen technischen Versuchseinrichtungen zur Bestimmung der zweckmäßigsten Art von Fernsehprogrammen. Für die Dauer der Versuche sind mindestens 15 Monate in Aussicht genommen.

Eisenbahnelektrisierung in Südafrika. — Die Elektrisierung der Randeisenbahn ist jetzt von der Eisenbahnverwaltung beschlossen worden. Das in Betracht kommende Bahnsystem umfaßt rd. 360 Gleiskilometer. Die ganze Hauptstrecke von Randfontein nach Springe ist in den Plan eingeschlossen, ebenso einige nach den Industriebezirken führende Nebenlinien.

Rundfunk in Pariser Autodroschken. — Der Pariser Polizeipräsident hat Autodroschken mit Rundfunkempfängern zugelassen. Um Störungen durch die Zündanlage auszuschließen, wird der Empfänger metallisch abgeschirmt und außerdem noch eine Abschirmung aus Kupfergaze unter der Fußbodenverkleidung des Wagens angebracht. Auch der Lautsprecher und die von der Starterbatterie kommenden Speisekabel sind abgeschirmt. In die Speisekabel und die Antennenzuführung sind Filter eingeschaltet. *Fl.*

Anschluß von China an das Weltfernsprechnetz? — Wie Telephony meldet[1]), hat die Shanghai Telephone Co., eine Tochtergesellschaft der International Telephone and Telegraph Corp., mit dem chinesischen Verkehrsministerium Anfang Februar ein Abkommen getroffen, das die Ausdehnung des internationalen Fernsprechverkehrs auf Shanghai und das innere China ermöglicht. Man nimmt an, daß dieser Teil der Erde vor Ende des Jahres Verbindungen mit London, San Francisco, New York und anderen Orten erhalten wird.

Auslandsaufträge. — Am 14. V. wurde die unter maßgebender Mitwirkung deutscher Firmen geschaffene Brücke über den Kleinen Belt eröffnet. Die Sicherheit des Brückenverkehrs bei Nacht ist durch eine Beleuchtungsanlage mit Osram-Natriumdampflampen gewährleistet, wie sie z. B. auch auf der Austostraße Dallgow—Döberitz[2]) ausgeführt ist. — Die C. Lorenz AG. erhielt auf Grund ihrer technischen Weiterentwicklung des Gleichwellen-Rundfunks den Auftrag zur Ausrüstung des italienischen Rundfunknetzes Turin—Triest mit ihrem neuen quarzgesteuerten Gleichwellensystem.

[1]) Telephony, 13. IV. 1935, S. 11.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 577.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Gesellschaftsfahrt zur VDE-Mitglieder-Versammlung.

Der Verband hat mit dem Mitteleuropäischen Reisebüro die Zusammenstellung von Gesellschaftsfahrten nach Hamburg vereinbart. Beabsichtigt sind die nachfolgenden Fahrten:

19. VI. ab Berlin Lehrter Bahnhof $18^h\ 20^m$ D-Zug
an Hamburg Hauptbahnhof $21^h\ 58^m$
20. VI. ab Berlin Lehrter Bahnhof $8^h\ 0^m$ D-Zug
an Hamburg Hauptbahnhof $11^h\ 09^m$

Der ermäßigte Fahrpreis stellt sich bei einer Mindestbeteiligung von 12 Personen für die Fahrt von Berlin nach Hamburg auf:

2. Klasse D-Zug . . . . 14,10 RM
3. Klasse D-Zug . . . . 9,20 RM.

Bei größerer Beteiligung werden sich diese Preise noch etwas ermäßigen.

Wir bitten die Teilnehmer an der Gesellschaftsfahrt um entsprechende Anmeldung bei dem Mitteleuropäischen Reisebüro, Abtlg. Touristik, Berlin W 9, Potsdamer Bahnhof.

Anmeldeschluß jeweils 2 Tage vorher.

Das Mitteleuropäische Reisebüro bzw. deren Vertretungen werden sich mit den einzelnen Gauen wegen etwaiger verbilligter Fahrten in Verbindung setzen. Wir bitten die Gau-Mitglieder, sich jeweilig bei der für sie zuständigen Gauleitung zu erkundigen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Ausschuß für Isolierstoffe.

Entwurf 1.

VDE 0320

Leitsätze für die Prüfung gummifreier Isolierpreßstoffe.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
II. Begriffserklärungen.
§ 3.
III. Typeneinteilung.
§ 4. Mindestanforderungen.
§ 5. Sonderanforderungen.
§ 6. Zusammensetzung.
IV. Prüfbestimmungen.
A. Allgemeines.
§ 7. Anwendung der Prüfbestimmungen.
§ 8. Versuchsbedingungen.
§ 9. Herstellung der Prüfkörper.
B. Mechanische Prüfungen.
§ 10. Biegefestigkeit, Schlagbiegefestigkeit.
C. Thermische Prüfungen.
§ 11. Wärmefestigkeit nach Martens.
§ 12. Glutfestigkeit.
D. Elektrische Prüfungen.
§ 13. Oberflächenwiderstand.
§ 14. Widerstand im Innern (Stöpselverfahren).
§ 15. Verlustfaktor.
§ 16. Kriechstromfestigkeit.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Isolierstoffe.

Der Unterausschuß „Preßstoffe" hat einen Entwurf 1 zu VDE 0320 „Leitsätze für die Prüfung gummifreier Isolierpreßstoffe" aufgestellt, der nachstehend veröffentlicht wird.

Einsprüche und Anregungen zu diesem Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Juli 1935 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am . . . . . in Kraft[1]).

[1]) Angenommen durch den Vorsitzenden des VDE im . . . . . — Veröffentlicht ETZ 1935, S. 627.

Digitized by Google

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für die Prüfung nichtkeramischer, gummifreier Isolierpreßstoffe an besonderen Prüfkörpern. Diese Leitsätze gelten nicht für keramische Isolierstoffe, ferner nicht für fertige Isolierteile oder aus solchen entnommene Prüfkörper[2]).

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Gummifreie Isolierpreßstoffe, kurz „Preßstoffe" genannt, entstehen durch Verarbeitung von gummifreien plastischen Massen mit Hilfe eines Preß- oder Spritzverfahrens; Preßverfahren unterscheidet man nach Warm- und Kaltpreßverfahren.

Gummifreie plastische Massen bestehen aus Bindemitteln und Füllstoffen:

Bindemittel:

1. Natürliche und künstliche Bitumina,
2. Naturharze,
3. Kunstharze (durch Wärmebehandlung härtbar),
   a) Phenoplaste (durch Kondensation und Polymerisation von Phenol oder Kresol mit Formaldehyd hergestellt),
   b) Aminoplaste (durch Kondensation und Polymerisation von Harnstoff und Harnstoffderivaten mit Formaldehyd hergestellt),
4. Thermoplastische Kunststoffe (durch Wärmebehandlung nicht härtbar),
5. Anorganische Bindemittel.

Füllstoffe:

1. Anorganische: Asbest, Talkum u. dgl.
2. Organische: Holzmehl, Zellstoff, Faserstoffe u. dgl.

III. Typeneinteilung.

§ 4.

Mindestanforderungen.

Für Preßstoffe sind in Tafel I die Mindestwerte für 14 Typen festgelegt.

[2]) Besondere Prüfbestimmungen in Vorbereitung.

Die Typen werden durch Ziffern oder Buchstaben bezeichnet, deren Reihenfolge weder die Güte noch die Verwendung der Stoffe bestimmt.

§ 5.

Sonderanforderungen.

Bei Preßstoffen, die den in §§ 13 bis 15 festgelegten elektrischen Sonderanforderungen genügen, wird die Typenbezeichnung mit einem Stern versehen (z. B. Type 0*).

Den Sonderanforderungen kann nicht bei allen Typen entsprochen werden.

§ 6.

Zusammensetzung.

Die in Tafel I angegebene Zusammensetzung der einzelnen Typen ist üblich, jedoch nicht verbindlich.

IV. Prüfbestimmungen.

A. Allgemeines.

§ 7.

Anwendung der Prüfbestimmungen.

Zur Bestimmung der Type eines Preßstoffes sind zu ermitteln:

a) Mindestanforderungen (siehe § 4; Prüfung an Probestäben):
   1. Biegefestigkeit . . . . . (§ 10)
   2. Schlagbiegefestigkeit . . . . . (§ 10)
   3. Wärmefestigkeit nach Martens . . . (§ 11)
   4. Glutfestigkeit . . . . . (§ 12)
   5. Oberflächenwiderstand . . . . . (§ 13 a)
b) Sonderanforderungen (siehe § 5; Prüfung an Probeplatten):
   1. Oberflächenwiderstand . . . . . (§ 13 b)
   2. Widerstand im Innern . . . . . (§ 14)
   3. Verlustfaktor . . . . . (§ 15).

§ 8.

Versuchsbedingungen.

Die Untersuchungen auf mechanische und elektrische Eigenschaften werden nach Angleichung des Prüfkörpers an die Raumtemperatur (15 bis 25 °, im Streitfalle 20 °) ausgeführt.

Die Prüfung soll frühestens einen Tag (im Streitfall 3 Tage) nach Anfertigung des Prüfkörpers ausgeführt werden.

Tafel I. Mindestwerte der Typen gummifreier Isolierstoffe.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Type	Eigenschaften (Mindestwerte)						Übliche Zusammensetzung	Verarbeitungsart
	mechanische		thermische		elektrische			
	Biegefestigkeit kg/cm²	Schlagbiegefestigkeit cmkg/cm²	Wärmefestigkeit Martensgrade	Glutfestigkeit Gütegrad	Oberflächenwiderstand nach 24-st. Liegen in Wasser Vergleichszahl	MΩ		
1	500	3,5	150	3	3	100	phenoplastisches Kunstharz mit anorg. Füllstoff	Warmpressung
0	600	5,0	100	2	3	100	phenoplastisches Kunstharz mit org. Füllstoff	
S	700	6,0	125	3	3	100	phenoplastisches Kunstharz mit org. Füllstoff	
T	600	12,0	125	2	3	100	phenoplastisches Kunstharz mit org. Gespinst als Füllstoff	
K	600	5,0	100	2	4	10 000	aminoplastisches Kunstharz mit org. Füllstoff	
7	250	1,5	65	1	3	100	Naturharz, natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. mineral. Füllstoff	Warmpressung
8	150	1,0	45	3	3	100	natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. mineral. Füllstoff	
A	300	15,0	45	1	3	100	Azetylzellulose mit oder ohne Füllstoff	
N	300	4,0	40	2	3	100	Nitrozellulose mit Füllstoff	
2	350	2,0	150	4	3	100	Kunstharz mit Asbest u. mineralischem Füllstoff	Kaltpressung
3	200	1,7	150	4	3	100	Kunstharz mit Asbest u. mineralischem Füllstoff	
4	150	1,2	150	4	3	100	natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. mineral. Füllstoff	
Y	1000	5,0	400	5	4	10 000	Bleiborat m. Glimmer	Warmpressung
X	150	1,5	250	5	—	—	Zement oder Wasserglas mit Asbest u. mineral. Füllstoff	Kaltpressung

Digitized by Google

§ 9.

Herstellung der Prüfkörper.

Zur Herstellung der Prüfkörper ist die Preßmasse sinngemäß ebenso zu behandeln wie zur Herstellung fertiger Preßstücke.

B. Mechanische Prüfungen.

§ 10.

Biegefestigkeit, Schlagbiegefestigkeit.

Die Biegefestigkeit wird nach Abschnitt A 1, die Schlagbiegefestigkeit nach Abschnitt A 2 von VDE 0302/1924 „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe" im Anlieferungszustand bei Raumtemperatur ermittelt.

Erforderlich sind je 10 Probestäbe von 10 mm × 15 mm × 120 mm.

Ein in Tafel I angegebener Mindestwert gilt als erreicht, wenn der Durchschnittswert der 10 Prüfungen nicht unterhalb dieses Mindestwertes liegt sowie keines der 10 Einzelergebnisse diesen Mindestwert um mehr als 10 % unterschreitet.

C. Thermische Prüfungen.

§ 11.

Wärmefestigkeit nach Martens.

Die Wärmefestigkeit nach Martens wird nach Abschnitt A 4 a) von VDE 0302/1924 ermittelt.

Erforderlich sind 3 Probestäbe von 10 mm × 15 mm × 120 mm.

Ein in Tafel I angegebener Mindestwert gilt als erreicht, wenn der Durchschnittswert der 3 Prüfungen nicht unterhalb dieses Mindestwertes liegt sowie keines der 3 Einzelergebnisse diesen Mindestwert um mehr als 5 % unterschreitet.

§ 12.

Glutfestigkeit.

Der Gütegrad der Glutfestigkeit wird im Anlieferungszustand nach VDE 0305 „Leitsätze für die Bestimmung der Glutfestigkeit von Isolierstoffen" ermittelt.

Erforderlich sind 3 Probestäbe von 3 mm × 15 mm × 120 mm (durch Ausschneiden aus den Stäben von 10 mm × 15 mm × 120 mm herstellbar).

Ein in Tafel I angegebener Mindestwert gilt nur als erreicht, wenn keines der 3 Einzelergebnisse diesen Mindestwert unterschreitet.

D. Elektrische Prüfungen.

§ 13.

Oberflächenwiderstand.

Der Oberflächenwiderstand wird nach 24-stündigem Liegen in Wasser von 15 bis 25 ° mit 1000 V Gleichspannung 1 min nach Anlegen der Spannung nach Abschnitt B 1 von VDE 0302/1924 bei Raumtemperatur ermittelt.

a) Mindestanforderungen.

Erforderlich sind 3 Probestäbe von 10 mm × 15 mm × 120 mm, deren Oberfläche abgeschliffen ist.

Ein in Tafel I angegebener Mindestwert gilt nur als erreicht, wenn keines der 3 Einzelergebnisse diesen Mindestwert unterschreitet.

Bei Preßstoffen der Type X ist wegen ihres schlechten Isoliervermögens keine Messung des Oberflächenwiderstandes vorgesehen. Bei dieser Type kommt es nur auf eine hohe Glutfestigkeit und die hierdurch gewährleistete Lichtbogenfestigkeit an. Preßstoffe der Type X sind deshalb nur als Lichtbogenschutz und nicht als Träger Spannung führender Teile zu verwenden.

b) Sonderanforderungen.

Erforderlich ist eine ebene, quadratische Probeplatte von 150 mm Kantenlänge, deren Oberfläche nicht abgeschliffen ist.

Zur Erfüllung der Sonderanforderungen (siehe § 5) darf keines der Einzelergebnisse bei 5 Messungen den Wert von 5 GΩ (5000 MΩ) unterschreiten.

§ 14.

Widerstand im Innern (Stöpselverfahren).

Der Widerstand im Innern wird nur zur Erfüllung der Sonderanforderungen gemessen und zwar nach 4-tägigem Liegen in Luft von 80 % relativer Feuchtigkeit (vgl. VDE 0308 „Leitsätze für die Erzeugung bestimmter Luftfeuchtigkeit zur Prüfung elektrischer Isolierstoffe") bei Raumtemperatur mit 110 V Gleichspannung und 20 s nach Anlegen der Spannung gemäß § 10 a) von VDE 0303/1929 „Leitsätze für die Bestimmung elektrischer Eigenschaften von festen Isolierstoffen".

Erforderlich ist eine quadratische Probeplatte von 150 mm Kantenlänge und etwa 4 mm Dicke.

Zur Erfüllung der Sonderanforderungen (siehe § 5) müssen alle 5 Einzelergebnisse den Wert von 5 GΩ (5000 MΩ) überschreiten.

§ 15.

Verlustfaktor.

Der Verlustfaktor tg δ wird nur zur Erfüllung der Sonderanforderungen gemessen und zwar nach 4-tägigem Liegen in Luft von 80 % relativer Feuchtigkeit (vgl. VDE 0308) bei Raumtemperatur mit 100 V Wechselspannung von 800 Per/s nach §§ 21 bis 23 von VDE 0303/1929.

Erforderlich sind zwei ebene, quadratische Probeplatten von 150 mm Kantenlänge und etwa 4 mm Dicke.

Zur Erfüllung der Sonderanforderungen (siehe § 5) muß an beiden Platten tg δ kleiner als 0,1 sein.

§ 16.

Kriechstromfestigkeit.

Als Kriechstrom wird ein Strom angesehen, der sich an der Oberfläche oder an den oberen Schichten eines in trockenem, sauberen Zustand gut isolierenden Stoffes zwischen Teilen verschiedenen Potentials ausbildet, wenn auf die Oberfläche des Isolierstoffes äußere Einflüsse, wie die Anlagerung von Fremdkörpern, Feuchtigkeit u. dgl. einwirken.

(Ein Verfahren zur Prüfung der Kriechstromfestigkeit ist in Vorbereitung.)

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Ausflug

mit Damen nach Pichelswerder und nach „Schloß Marquardt"; gleichzeitig Besichtigung des im Bau befindlichen Olympia-Stadions (Reichssportfeld).

Der Elektrotechnische Verein veranstaltet am **Sonnabend, dem 1. VI. 1935,** einen Ausflug mit Damen nach Pichelswerder und nach „Schloß Marquardt" unter gleichzeitiger Besichtigung der Sportanlagen (Stadion) für die Olympischen Spiele 1936 unter sachkundiger Führung.

13 h 15 m	pünktlich Abfahrt mittels Gesellschaftskraftwagen ab Berlin, Leipziger Platz (Fürstenhofseite);
14 h 15 m	Ankunft am Eingang zum Gelände der Olympischen Spiele, Graditzer Allee;
16 h	Weiterfahrt nach Pichelswerder;
16 h 30 m	Gemeinsame Kaffeetafel in der reizend gelegenen Gaststätte „Wilhelmshöhe" am Stössensee;
18 h	Weiterfahrt nach „Schloß Marquardt" — Ankunft gegen 19 h — Spaziergang im schönen Park;
19 h 30 m	Gemeinsames Abendessen nach der Karte auf eigene Kosten — Tänzchen;
21 h 30 m	Rückfahrt mittels Kraftwagen nach Berlin, Leipziger Platz.

Preis der Kraftwagenfahrt von Berlin über Pichelswerder nach „Schloß Marquardt" und zurück nach Berlin sowie einschließlich des Kaffees in Pichelswerder — aber ausschließlich des Gebäcks und des Bedienungsgeldes — für Mitglieder und deren Familienangehörige nur 1 RM, für eingeführte Gäste 2 RM. Teilnehmerkarten sind bis spätestens 28. V. 1935 in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstraße 33, II, zu haben.

Nachzügler, die im eigenen Kraftwagen oder mit den öffentlichen Verkehrsgelegenheiten nach Pichelswerder bzw. nach „Schloß Marquardt" (Autobus ab Bahnhof Zoo-

Digitized by Google

logischer Garten) nachkommen wollen, sind willkommen. (Rückfahrt der Nachzügler in den Gesellschaftskraftwagen nur möglich, soweit Platz vorhanden ist.)

Um pünktliches Erscheinen wird gebeten.

Der Ausflug findet auch bei ungünstigem Wetter statt.

Nachtrag zum Bericht[1])

über die ordentliche Vereinsversammlung am 26. III. 1935.

Besprechung des Vortrags[2])

des Herrn Ministerialrats Hubrig über das Thema:

„Das Elektrofahrzeug im Dienste der Deutschen Reichspost, seine verkehrs- und volkswirtschaftliche Bedeutung".

Vorsitz: Herr Obering. Dr.-Ing. E. h. Trettin.

Vorsitzender: Sie haben durch Ihren Beifall zum Ausdruck gebracht, wie sehr Sie der Vortrag des Herrn Ministerialrats Hubrig interessiert hat.

Bevor ich das Wort zur Besprechung erteile, möchte ich selbst eine Frage stellen. Wie kommt es, daß bei dieser verlockenden Aussicht für die Industrie, für Wagenbauer und Batteriefabrikanten heute noch so verhältnismäßig wenig vom Elektromobil Gebrauch gemacht wird?

Vortragender: Ich habe schon selbst meiner Verwunderung hierüber Ausdruck gegeben. Ich kann mir das nur so erklären, daß von früher her noch eine gewisse Abneigung vorhanden ist, weil man das Elektromobil zunächst, m. E. ungerechtfertigterweise, als Personenfahrzeug zu verwenden versuchte und dabei nicht die Erfolge erzielte, die man wohl erwartet hatte.

Herr Direktor **Ziehl:** Der Herr Vortragende hat in dankenswerter Weise die großen Vorzüge des Elektrowagens geschildert. Man muß sich mit Recht wundern, daß das Elektromobil bis heute noch nicht den Eingang gefunden hat, den es eigentlich verdient. Die Gründe hierfür liegen m. E. in folgendem:

Zunächst ist die Zurückhaltung in der Einführung des Elektromobils in der Batterie begründet. Wir haben schon vor 20 und 30 Jahren solche Wagen gehabt. Stets war aber die Batterie das unbequeme Glied, das manche Scherereien brachte. Wenn der Wagen nicht gebraucht wurde, kostete die Batterie gleichwohl Geld für ihre Pflege. Hinzu kam die Unbequemlichkeit der Ladung der Batterien. Man hatte nicht immer Gelegenheit, die Batterien aufzuladen. Aber das kann nachgeholt werden.

Der Hauptgrund für die Nichteinführung des Elektrowagens war aber der hohe Strompreis in Berlin und noch mehr in anderen Städten. In Berlin hatte man mit einem Preis von 10 bis 20 Pf. je Kilowattstunde zu rechnen. In dem Augenblick, in dem die BEWAG den Strompreis auf 4 Pf herabsetzte, ist m. E. der Zeitpunkt für die weitere Entwicklung und für eine große Zukunft des Elektrowagens gekommen. Ich bin fest davon überzeugt, daß sich der Akkumulatorenwagen gerade für den Stadtbetrieb besonders eignen wird, wo meist Fahrten von 50 bis 60 km ausreichen.

Ich möchte dann noch an den Herrn Vortragenden eine Frage richten. Er erwähnte, daß die Reichspost durch die Einführung des Elektrowagens 1,1 Mill RM Betriebsersparnis gemacht habe. Diese Zahl ist zunächst einseitig; man müßte wissen, auf welchen Prozentsatz sich die Betriebsersparnis beläuft, d. h. um wieviel Prozent der Elektrowagenbetrieb billiger bzw. der Benzinwagenbetrieb teurer ist. Sie erwähnten auch, daß der Kilowattstundenpreis für die Reichspost 6,6 Pf beträgt. Wenn man mit einem Strompreis von 4 Pf rechnet, dann würde sich der Betrieb noch billiger stellen. —

Der Vortragende antwortete darauf, daß der Benzinwagenbetrieb nach seiner Schätzung rd. 35 % teurer sei, worauf ich ihm antwortete, daß dann die Ersparnis von 35 % auf mehr als 50 % steigen würde, was der Vortragende bejahte.

Vortragender: Es kommt allerdings auf eine etwas grobe Schätzung hinaus, wenn ich sage, daß der Elektromobilbetrieb etwa 35 % billiger ist als der Benzinwagenbetrieb.

(Zuruf: Dann würde bei einem Strompreis von 4 Pf die Ersparnis sogar 50 % betragen.)

Eine einwandfreie Vergleichsgrundlage haben wir nicht. Ich erwähnte schon, daß wir Benzinfahrzeuge zum Vergleich herangezogen haben, die unter anderen Bedingungen laufen als die Elektrowagen. Die Elektrowagen laufen im wesentlichen in der Innenstadt und die Benzinwagen in den Außenbezirken. Die letzteren haben also bei weitem nicht so viele Haltepunkte wie die Elektrowagen und sind dadurch günstiger gestellt.

Herr Dr. **Gewecke:** Es ist sehr erfreulich, daß der Vortrag von einer neutralen Stelle gehalten worden ist, die nicht von den Erzeugerfirmen abhängig ist. Insofern kann nicht der Vorwurf erhoben werden, daß der Herr Vortragende irgendwie an der Elektrofahrzeugindustrie interessiert wäre. Die Ausführungen können wir von den Siemens-Schuckertwerken vollkommen unterschreiben. Es hätte eigentlich nicht erst der Anregung durch unsere Regierung bedurft, um dem Elektrofahrzeug einen größeren Platz zu verschaffen; denn seine Vorteile sind zum größten Teil auch schon vorher vorhanden gewesen. Der Grund, weshalb das Elektrofahrzeug sich bisher nicht in dem wünschenswerten Maße hat einführen lassen, liegt m. E. in der widerstrebenden mehr gefühlsmäßigen Einstellung hauptsächlich der technischen Kreise. Wo das Elektrofahrzeug heute eingesetzt wird, bewährt es sich. Sie sehen das nicht nur bei der Reichspost, sondern auch, wie der Herr Vortragende ausgeführt hat, bei Bolle, bei den Brauereien und zahllosen anderen Betrieben. Wenn wir uns mit Kunden oder auch mit nicht im Verkauf von Elektrofahrzeugen eingesetzten Stellen unserer auswärtigen Niederlassungen, ja selbst im eigenen Hause, darüber unterhalten, weshalb das Elektrofahrzeug nicht für alle nur irgendwie geeigneten Angelegenheiten eingesetzt wird, dann wird uns immer wieder dasselbe gesagt: Das Elektrofahrzeug fährt ja viel zu langsam! Man kann diesen Herren gar nicht oft genug einhämmern, daß es nicht auf die Spitzengeschwindigkeit, sondern auf die mittlere Geschwindigkeit ankommt, und daß selbst bei Haltestellenentfernungen von 300 m das Elektrofahrzeug schneller ist als der Benzinwagen, obwohl es nur etwa die halbe Spitzengeschwindigkeit hat.

Der Herr Vortragende hat erwähnt, daß das Elektrofahrzeug normalerweise Kupplung und Getriebe nicht kennt. Ich möchte diese Ausführungen noch etwas ergänzen. Man muß nämlich immer wieder feststellen, daß der grundlegende kinematische Unterschied zwischen dem Elektrofahrzeug und dem Benzinwagen viel zu wenig beachtet wird. Man darf nicht vergessen, daß jeder Verbrennungsmotor schon zum reinen Leerlauf eine bestimmte Mindestdrehzahl erfordert. Man muß weiterhin berücksichtigen, daß dabei noch keinerlei Nutzdrehmoment abgegeben wird. Bei steigender Drehzahl wächst das Drehmoment auf ein bestimmtes maximales Maß an, bei weiterer Drehzahlerhöhung fällt es sogar erheblich. Der Benzin- und auch der Dieselmotor ist hinsichtlich des Drehmomentes nicht nennenswert überlastbar. Bei Stillstand und kleinen Drehzahlen hat er überhaupt kein Nutzdrehmoment. Man braucht deshalb beim Benzinfahrzeug ein Getriebe für die Drehmomentwandlung und eine Kupplung, um aus dem Stillstand heraus überhaupt anfahren zu können. Im Gegensatz hierzu hat der Elektromotor mit fallender Drehzahl ein stetig steigendes Drehmoment. Er erreicht bei Stillstand spielend das fünf- bis achtfache Drehmoment. Der Elektrowagen braucht also grundsätzlich keine Kupplung und auch kein Getriebe.

Bei den Lichtbildern ist mir unangenehm aufgefallen, daß nur Elektrofahrzeuge von Bergmann und der AEG gezeigt wurden. (Heiterkeit.) Damit kein Zweifel auftritt, möchte ich bemerken, daß auch die Siemens-Schuckertwerke Elektrofahrzeuge in allen möglichen Ausführungen und den gleichen Verwendungszwecken seit Jahren herstellen. (Heiterkeit.)

Vortragender: Zu dieser kleinen Rüge möchte ich bemerken, daß das auf einem unglücklichen Umstand beruht; ich hatte zufällig keine anderen Lichtbilder zur Verfügung. Ich bitte also, das nicht als böse Absicht auszulegen.

Herr Dr.-Ing. **Harald Müller:** Der Herr Vortragende hat in seinem Vortrag nur Bleibatterien behandelt. Ich glaube aber, daß auch andere Batteriearten, z. B. die Nickel-Eisen-Batterien, schon jetzt eine Bedeutung haben und in ihrer Bedeutung noch steigen werden. Der Vorteil dieser

[1]) ETZ 56 (1935) S. 467.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 612.

Digitized by Google

Batterien liegt wohl darin, daß sie überladen werden können, ohne Schaden zu nehmen. Hat die Reichspost auf diesem Gebiete bereits Versuche gemacht?

Vortragender: Das ist bisher nicht geschehen; sonst hätte ich diese Batteriearten auch erwähnt. Vielleicht könnte ein fachkundiger Herr Auskunft geben.

Herr Regierungsbaumeister a. D. **Fürst:** Stahl-Batterien haben eine außerordentlich hohe Lebensdauer, je nach Konstruktion von etwa 10 bis 12 Jahren. Leichte Bleibatterien, sogenannte Gitterplattenbatterien, erreichen eine Lebensdauer von etwa 350 Entladungen mit den positiven Platten und die zwei- bis dreifache Anzahl von Entladungen mit den Negativen. Obwohl im Vergleich zu Gitterplattenbatterien der Preis von Stahlbatterien höher und der Wirkungsgrad niedriger ist, besteht in den Betriebskosten einschließlich Amortisation und Verzinsung kein wesentlicher Unterschied. Speziell für Elektromobile haben sie außer in Amerika eine größere Verwendung bis jetzt nicht gefunden. Neben Gitterplattenbatterien werden dort noch sogenannte Iron-Clad-Batterien verwendet, die in Deutschland unter dem Namen „Panzerplattenbatterien" bekannt sind. Sie sind in der Beschaffung ebenfalls teurer wie Gitterplattenbatterien. Positive und negative Platten erreichen jedoch eine Lebensdauer von rd. 1000 Entladungen.

Herr **Niemann:** Es würde mich in diesem Zusammenhang interessieren zu erfahren, weshalb man bei den Siemens-Schuckertwerken nur Benzinwagen laufen sieht. (Heiterkeit.)

Herr Dr. **Gewecke:** Dieser Einwand ist sehr richtig. Den Grund hierfür habe ich schon erwähnt; auch bei uns ist die Aufklärung — ich muß es gestehen — leider noch nicht so weit gediehen, wie man es wünschen müßte und wie es auch technisch berechtigt ist. Erst kürzlich habe ich bei einer besonderen Gelegenheit in unserem eigenen Hause viele Worte aufwenden müssen, um den Herren einigermaßen einen Begriff zu vermitteln, wie zweckmäßig ein Elektrofahrzeug ist und wie hoch es bei vernünftigem Einsatz für einen Verkehr mit vielen Haltestellen dem Benzinfahrzeug überlegen ist. Aber ein durchgreifender Erfolg läßt sich nicht so schnell erreichen, wie man es selbst möchte und wie es die Sache wirklich verdient. Die Vorteile müssen erst noch viel mehr als bisher von der Allgemeinheit eingesehen werden.

Elektrotechnischer Verein.

Der Generalsekretär:

Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Mittelbaden, Karlsruhe. 29. V. (Mi), 20 h 15 m, Restaurant „Moninger", Gartensaal: „Öllose Hochleistungschalter". Obering. O. Mayr.

WIRTSCHAFTSTATISTISCHE MITTEILUNGEN ÜBER DIE ELEKTROINDUSTRIE.

Deutscher Elektroaußenhandel, 1. Vierteljahr 1935*). — Die nachstehenden Zahlentafeln enthalten den deutschen Elektroaußenhandel im 1. Vierteljahr 1935, denen

*) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 503; 56 (1935) S. 335.

Zahlentafel 1. Deutscher Elektro-Außenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr 1. Vierteljahr 1934 1000 RM	Ausfuhr 1. Vierteljahr 1935 1000 RM	Ausfuhr Jahr 1933/34 [1] 1000 RM	Ausfuhr Jahr 1934/35 [1] 1000 RM	Anteil an der Ges.-Elektro-Ausfuhr Jahr 1933/34 %	Anteil an der Ges.-Elektro-Ausfuhr Jahr 1934/35 %	Einfuhr 1. Vierteljahr 1934 1000 RM	Einfuhr 1. Vierteljahr 1935 1000 RM	Einfuhr Jahr 1933/34 [1] 1000 RM	Einfuhr Jahr 1934/35 [1] 1000 RM	Anteil an der Ges.-Elektro-Einfuhr Jahr 1933/34 %	Anteil an der Ges.-Elektro-Einfuhr Jahr 1934/35 %
907a	Lichtmasch., Lichtzündmasch. usw.	1 151	674	3 855	3 594	1,6	1,6	12	19	107	69	0,4	0,3
b—g	Dynamomaschinen, Elektromotoren												
	Transformatoren usw.	4 236	4 755	25 961	24 039	10,8	10,7	742	712	4 749	3 644	16,7	13,6
h	Anker, Kollektoren[2]	646	598	3 269	2 576	1,4	1,1	22	82	92	148	0,3	0,5
	zusammen Maschinen	*6 033*	*6 027*	*33 085*	*30 209*	*13,8*	*13,4*	*776*	*813*	*4 948*	*3 861*	*17,4*	*14,4*
908a, b	Akkumulatoren	603	535	3 158	2 349	1,3	1,1	26	80	180	329	0,6	1,2
909	Kabel	3 505	2 219	13 422	9 488	5,6	4,2	178	223	527	1 205	1,9	4,5
890a	Isolierter Draht f. d. Elektrotechnik	2 461	2 654	9 118	9 933	3,8	4,4	145	84	494	756	1,7	2,8
	zusammen Kabel und Draht	*5 966*	*4 873*	*22 540*	*19 421*	*9,4*	*8,6*	*332*	*307*	*1 021*	*1 961*	*3,6*	*7,3*
910a—c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	283	351	1 275	1 253	0,5	0,6	54	33	150	210	0,5	0,8
911a, b	Glühlampen	1 988	2 311	10 100	9 858	4,2	4,4	1109	1174	4 067	4 171	14,3	15,6
912 A 1, 2	Telegraphie u. Telephonie m. Draht	2 981	4 395	13 036	14 011	5,4	6,2	125	88	611	408	2,3	1,5
A 3	Drahtlose Telegraphie u. Telephonie	6 423	5 265	27 629	25 778	11,5	11,5	2669	1997	9 166	8 022	32,2	30,0
A 4	Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtgn.	4 667	4 698	18 250	17 914	7,6	8,0	390	250	1 470	1 291	5,2	4,8
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl.												
	Bügeleisen	1 576	1 709	7 421	7 341	3,1	3,3	72	69	294	261	1,0	0,9
D	Röntgenröhren	874	761	3 164	3 206	1,3	1,4	106	58	382	300	1,4	1,1
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör												
	für Motorfahrzeuge	2 451	2 339	10 716	10 073	4,5	4,5	99	130	674	542	2,4	2,0
F 1	Sicherungs- u. Signalapp., Läutewk.	875	840	3 724	3 462	1,6	1,5	17	11	59	133	0,2	0,5
F 2	Schaltapp. usw., nicht bes. ben. Vorrichtungen f. Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	11 464	11 296	54 361	50 882	22,6	22,6	917	841	3 590	3 598	12,6	13,5
F 3	Elektromedizin	2 143	2 198	9 016	8 870	3,7	3,9	181	156	723	641	2,6	2,4
F 4	Galvanische Elemente	456	424	2 365	1 898	0,9	0,9	7	—	11	11	0,0	0,0
F 5	Isolationsgegenstände a. Porzellan[3]	.	.	.	.	.	.	1	3	4	21	0,0	0,1
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest,												
	Glimmer usw.	52	71	304	356	0,1	0,2	1	—	1	—	0,0	—
F 7	Isolierröhren f. el. Leitg. aus Papier od. Pappe auch i. Verbind. m. unedlen Metallen[4]	207	289	961	1 217	0,4	0,5	.	.	.	.	.	.
Aus 795, 799	Anderes Isolierrohr (Stahl-, Peschel-, Schlitzrohr)[4]	414	552	2 000	1 948	0,8	0,9	.	.	.	.	.	.
648a—c	Kohle für die Elektrotechnik	2 942	2 254	11 468	9 691	4,8	4,3	155	96	576	409	2,0	1,5
733a	Porzellanisolatoren	398	372	1 911	1 880	0,8	0,8	—	—	—	—	—	—
906 D 15	Staubsauger	824	563	3 960	3 176	1,6	1,4	76	141	431	580	1,5	2,2
915b 4	Elektrokarren[4]	14	28	206	82	0,1	0,0	.	.	.	.	.	.
783c, 799c	Teile v. Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907a bis 911b aus schmiedbarem u. nicht schmiedbarem Guß[3]	.	.	.	.	.	.	24	6	67	56	0,2	0,2
	unvollständig angemeldet	7	7	48	29	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—
	insgesamt	53 641	52 158	240 698	224 904	100	100	7137	6253	28 425	26 805	100	100

[1]) 1. IV. bis 31. III. [2]) Ausfuhr: auch andere Teile. [3]) Nur für die Einfuhr. [4]) Nur für die Ausfuhr.

Digitized by Google

als Vergleichszahlen das erste Vierteljahr 1934 vorangestellt wurde. Um diesen Vergleich, der für einen so kurzen Zeitraum nur bedingt möglich ist, wertvoller zu gestalten, wurden außerdem die Ergebnisse für die am 31. III. 1935 und 31. III. 1934 abgelaufenen Jahre mit eingefügt.

Zahlentafel 2. Deutsche Elektro-Ausfuhr nach Ländern.

Absatzländer	1. Vierteljahr		Jahr[2])		Ant. a. d. Ges. El. Ausfuhr	
	1934	1935	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%
Europa	41 827	40 344	194 205	181 638	80,7	80,8
Afrika	1 240	1 583	4 890	5 179	2,0	2,3
Asien	4 456	5 156	16 585	18 106	6,9	8,1
Nord- u. Mittelamerika	639	932	3 697	3 325	1,5	1,5
Südamerika	5 266	3 858	20 264	15 620	8,5	6,9
Australien	205	277	1 030	1 009	0,4	0,4
Nicht ermittelt	8	8	27	27	0,0	0,0
insgesamt:	53 041	52 158	240 698	224 904	100	100
Wichtige Länder in Europa[1])						
Niederlande	6 738	6 943	32 706	31 113	13,6	13,8
Schweden	2 767	3 482	13 546	16 731	5,6	7,5
Italien	3 913	4 103	14 286	16 154	5,9	7,2
Frankreich	4 650	3 290	23 539	15 984	9,8	7,1
Belgien-Luxemburg	3 083	2 129	14 702	11 514	6,1	5,1
Großbritannien	2 583	2 971	11 607	11 363	4,8	5,0
Schweiz	3 078	2 257	13 257	11 151	5,5	5,0
Spanien	1 669	1 684	6 531	6 773	2,7	3,0
Norwegen	1 439	1 541	6 491	6 655	2,7	3,0
Dänemark	1 497	1 454	6 184	6 521	2,6	2,9
Tschechoslowakei	1 360	1 153	6 012	5 889	2,5	2,6
UdSSR.	1 683	659	13 511	5 570	5,6	2,5
Österreich	1 137	1 269	4 784	5 122	2,0	2,3
Saargebiet	1 381	639	5 352	4 969	2,2	2,2
Finnland	719	914	3 577	4 033	1,5	1,8
Polen, Danzig	701	957	3 632	3 842	1,5	1,7
Rumänien	497	656	2 350	3 232	1,0	1,4
Griechenland	463	1 070	1 466	2 994	0,6	1,3
Irischer Freistaat	398	453	1 645	2 217	0,7	1,0
Portugal	666	573	2 183	2 151	0,9	1,0
Jugoslawien	239	429	1 780	1 757	0,7	0,8
Bulgarien	203	638	902	1 375	0,4	0,6
Ungarn	298	394	1 181	1 368	0,5	0,6
Lettland	251	313	987	1 177	0,4	0,5
Litauen	187	134	956	833	0,4	0,4
Estland	122	112	630	641	0,3	0,3
Island	70	75	275	333	0,1	0,1
Sonstige Länder	35	52	133	176	0,1	0,1
zus. Europa:	41 627	40 344	194 205	181 638	80,7	80,8
Wichtige Länder in Übersee[1])						
Argentinien	3 441	1 746	11 289	7 696	4,7	3,4
Brit.-Indien	1 084	1 370	3 174	4 276	1,3	1,9
China	988	1 144	3 918	4 088	1,6	1,8
Brasilien	657	951	2 457	3 745	1,0	1,7
Türkei	644	764	2 603	2 943	1,1	1,3
Japan	607	693	2 793	2 421	1,1	1,1
Brit.-Südafrika	544	674	2 189	2 384	0,9	1,1
Niederländisch-Indien	446	528	1 970	2 172	0,8	0,9
Uruguay	730	383	4 594	1 805	0,1	0,8
V. S. Amerika	280	509	1 597	1 741	0,7	0,8
Ägypten	357	568	1 262	1 525	0,5	0,7
Chile	113	457	488	1 098	0,2	0,5
Mexiko	222	254	1 095	946	0,5	0,4
Austral. Bund	177	256	876	923	0,4	0,4
Palästina	294	231	857	761	0,4	0,3
Persien	180	185	550	606	0,2	0,3
Columbien	145	125	731	529	0,3	0,2
Franz. Marokko	99	135	420	465	0,2	0,2
Peru	68	89	251	319	0,1	0,1
Venezuela	103	63	302	194	1,9	0,1
Syrien u. Libanon	42	70		191		0,1
Sonstige Länder	593	619	3 077	2 438	1,3	1,1
zus. Übersee:	11 614	11 814	46 463	43 266	19,3	19,2

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1934/35.
[2]) Jahr: 1. IV. bis 31. III.

Die deutsche Elektroausfuhr betrug im ersten Vierteljahr 1935 52,2 Mill RM. Sie ist damit gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres noch um ein geringes (2,8 %) zurückgegangen, doch ist die schon seit dem Sommer vorigen Jahres zu beobachtende Verlangsamung der rückläufigen Bewegung fortgesetzt worden. Im Februar/März 1935 sind die Vorjahrsergebnisse überschritten worden, in dem am 31. III. 1935 abgelaufenen Jahre betrug die Minderung gegenüber der Ausfuhr des gleichen Zeitraums 1933/34 nur noch 6,6 %, während sie für das am 31. XII. 1934 abgelaufene Kalenderjahr noch 9 % ausmachte.

Für die Warengruppen (Zahlentafel 1) gilt im allgemeinen das für die Gesamtausfuhr oben Gesagte: Der größere Teil hat seinen Ausfuhranteil gehalten und somit den Gesamtrückgang nicht überschritten. Eine Ausnahme machen die Gruppen Kabel, Akkumulatoren und Galvanische Elemente, Staubsauger, Kohle für die Elektrotechnik, in denen die Ausfuhr stärker zurückging. In den Gruppen Isolierter Draht für die Elektrotechnik, Telephonie und Telegraphie mit Draht und Isolierrohr konnte die Ausfuhr gesteigert, in den Gruppen Glühlampen, Meß- und Zählvorrichtungen, Koch- und Heizapparate näherungsweise auf dem Vorjahrsstand gehalten werden, in den drei letztgenannten Gruppen übersteigt die Ausfuhr im ersten Vierteljahr 1935 das Vorjahrsergebnis.

Die Betrachtung der geographischen Verteilung der deutschen Ausfuhr (Zahlentafel 2) zeigt für Europa im Jahre 1934/35 gegenüber dem Vorjahre einen Gesamtrückgang von 6,5 %, der in erster Linie auf die Einbußen im Geschäft mit der UdSSR, Frankreich, der Schweiz und Belgien-Luxemburg zurückzuführen ist. Nach den übrigen Ländern hat sich die Ausfuhr günstiger entwickelt, nach 17 Ländern konnte sie gesteigert werden.

Auch im Überseegeschäft ist die Ausfuhrentwicklung ähnlich uneinheitlich gewesen. Nach einer Reihe amerikanischer Länder (Argentinien, Columbien, Uruguay, Venezuela, Mexiko), ferner nach Japan und Palästina fiel die Ausfuhr, während nach anderen wichtigen Gebieten, wie Britisch-Indien, China, Persien, Brasilien, Peru, Austral. Bund und den hauptsächlichen afrikanischen Ländern Ausfuhrsteigerungen erzielt werden konnten.

Zahlentafel 3. Deutsche Elektro-Einfuhr aus einzelnen Ländern.

Absatzländer[1])	1. Vierteljahr		Jahr[2])		Ant. a. d. Ges. El. Einf.	
	1934	1935	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%
Niederlande	2528	1930	8 919	8 405	31,4	31,4
Ungarn	627	982	2 896	3 554	10,2	13,2
Schweiz	775	597	4 129	2 189	14,5	8,1
Saargebiet	329	380	1 127	2 115	4,0	7,9
Österreich	444	450	1 617	1 884	5,7	7,0
V. S. Amerika	586	354	2 277	1 706	8,0	6,3
Belgien-Luxemburg	391	214	1 027	1 224	3,6	4,8
Tschechoslowakei	318	190	1 587	1 142	5,6	4,3
Frankreich	191	249	869	884	3,0	3,3
Großbritannien	300	206	974	831	3,4	3,1
Dänemark	121	170	632	714	2,2	2,6
Schweden	148	163	647	722	2,3	2,7
Italien	125	108	478	415	1,7	1,5
Sonstige Länder	254	260	1 246	1 020	4,4	3,8
Insgesamt:	7137	6253	28 425	26 805	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1934/35.
[2]) Jahr: 1. IV. bis 31. III.

Die deutsche Elektroeinfuhr (Zahlentafel 1 und 3) betrug im ersten Vierteljahr 1935 6,3 Mill RM, in dem am 31. III. 1935 endenden Jahres 26,8 Mill RM. Sie ist damit gegenüber dem ersten Vierteljahr 1934 um 12,4 %, gegenüber dem am 31. III. 1934 endenden Jahres um etwa 6 % zurückgegangen. Hauptgruppen sind nach wie vor Maschinen, Glühlampen, drahtlose Telephonie und Telegraphie, die Sammelgruppe der Schaltapparate und nicht besonders benannten Vorrichtungen, die zusammen etwa drei Viertel der gesamten Einfuhr ausmachten. Wichtigste Länder waren die Niederlande, Ungarn, die Schweiz, das Saargebiet, Österreich und die V. S. Amerika, aus denen über 70 % der deutschen Elektroeinfuhr bezogen wurden.

Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 39: Wer stellt kleine Gleichstrom-Magnetinduktoren mit Kurbel und Zahnradantrieb her?

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 23. Mai 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 6. Juni 1935** **Heft 23**

Ein Beitrag zur Aufnahmetechnik des Kathodenstrahl-Oszillographen bei der Untersuchung von Höchstspannungs-Stoßanlagen.

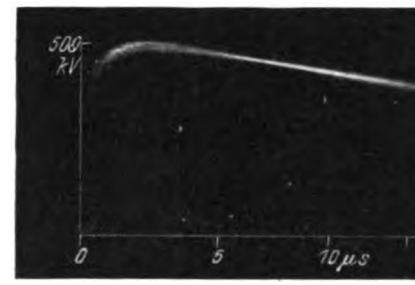
Von **Norman Lieber**, Braunschweig.

Übersicht. Ein Weg wird gewiesen, wie bei betriebsmäßigem Zusammenarbeiten von Stoßanlage und Kathodenstrahl-Oszillograph, d. h. bei einem Mitreißen des Kathodenstrahl-Oszillographen durch die Stoßanlage, ohne Zuhilfenahme eines Verzögerungskabels die gesamte Stoßstirn im Oszillogramm zur Darstellung kommen kann.

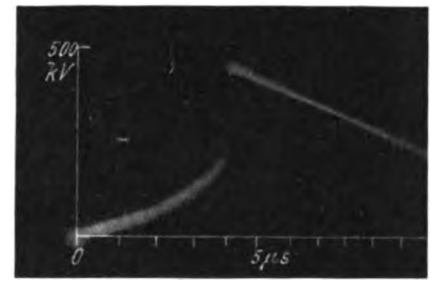
Für Untersuchungen[1]), die an Stoßanlagen und besonders an einem Marxschen Höchstspannungs-Stoßgenerator[2]) zur Erzeugung normgerechter Stoßwellen[3]) durchgeführt wurden, war die Benutzung eines Kathodenstrahl-Oszillographen (weiterhin Kath.-Osz. abgekürzt) unerläßlich. Über den Kath.-Osz. und seine Benutzung als Meßinstrument[4]) ist zwar zahlreiches Schrifttum vorhanden, es ist aber vielleicht trotzdem angebracht, die Erfahrungen, die während der eigenen Versuche gemacht wurden, und die sich daraus ergebenden Arbeitsverfahren zu besprechen, weil sie wieder Anlaß zu weiterer Entwicklung sein können.

Für die Aufstellung des Kath.-Osz., die während der Versuche nicht verändert werden sollte, waren diejenigen Gesichtspunkte maßgebend, die für ein betriebsmäßig einwandfreies Zusammenarbeiten der zu untersuchenden Hermsdorfer Höchstspannungs-Stoßanlage[5]) und des Kath.-Osz. zu berücksichtigen waren. Es bestand zwar die Möglichkeit, den Kath.-Osz. unter Benutzung eines abgeglichenen Zuleitungskabels zwischen Spannungsteiler und Kath.-Osz. in größerer Entfernung von dem zu oszillographierenden Stoßvorgang aufzustellen, und dadurch den Kath.-Osz. aus der stärksten Störzone herauszubringen. Von dieser Möglichkeit wurde aber kein Gebrauch gemacht, um die Nachteile, die das Zuleitungskabel mit sich bringt, zu vermeiden. Der Kath.-Osz. erhielt infolgedessen seine Aufstellung in unmittelbarer Nähe des Stoßgenerators. Als Kath.-Osz.-Zeitkreis wurde eine Kondensatorwiderstandsanordnung benutzt, die zwar den Nachteil eines nichtlinearen Abszissenmaßstabes mit sich bringt, aber den Vorteil großer Einfachheit und Betriebsicherheit aufweist. Der Zeitkreis war aufgebaut in der Schaltung nach Krug[6]) unter weiterer Zuhilfenahme von Vorablenkplatten[7]), um einen einwandfreien Dauerbetrieb durchführen zu können, wie z. B. die Beobachtung der Spannungssteigerung von Stoßwellen an einem Prüfobjekt bis zum Überschlag.

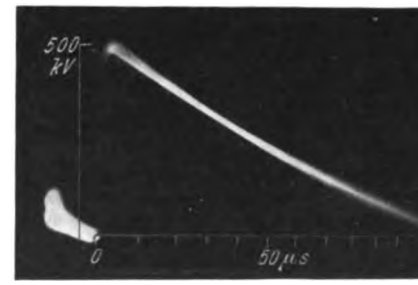
Anstoß. Beim Anstoß, d. h. bei dem gegenseitigen Mitreißen von Stoßanlage und Kath.-Osz., sind willkürliche und unwillkürliche Vorgänge zu unterscheiden. Ein willkürlicher Vorgang liegt dann vor, wenn der zu oszillo-



a) Der Kath.-Osz. wird vom Vorgang mitgerissen. Infolge des Kath.-Osz.-Verzuges geht der erste Teil der Stoßstirn für die Aufnahme verloren.



b) Durch eine Verzögerungs-Spitzenfunkenstrecke ist der erforderliche Verzug in den Vorgang verlegt. Infolge der Spitzenfunkenstrecke ist aber eine unerwünschte Stirnform vorhanden.



c) Der gesamte Stoßvorgang ist sichtbar mit Hilfe der Schaltung nach Abb. 2.

Abb. 1.

[1]) Die Versuche konnten dank dem Entgegenkommen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft in deren Höchstspannungs-Versuchsfeld vorgenommen werden.
[2]) Erwin Marx, ETZ 45 (1924) S. 652; Hescho-Mitt. 1924, H. 10.
[3]) Norman Lieber, Hescho-Mitt. 1935, H. 71/72 und Diss. Braunschweig 1934.
[4]) Eine Zusammenstellung sämtlicher den Kath.-Osz. betreffende Arbeiten bringt M. Knoll im Arch. techn. Mess. J 834 — 1 (durchgeführt bis Mitte 1931).
[5]) Erwin Marx, Hescho-Mitt. 1933, H. 68/69. Harald Müller, Hescho-Mitt. H. 53/54 ff.
[6]) W. Krug, ETZ 50 (1929) S. 681; derselbe ETZ 51 (1930) S. 605.
[7]) K. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 19 (1928) S. 292.

Zeitplan der VDE-Mitgliederversammlung Hamburg siehe S. 549 und 596

Digitized by Google

graphierende Spannungstoß vom Kath.-Osz. ausgelöst wird, während es sich beim Mitreißen des Kath.-Osz. durch den Spannungstoß um einen unwillkürlichen Vorgang handelt. Eine betriebsmäßig arbeitende Stoßanlage darf durch ihre Kopplung mit dem Kath.-Osz. keine Behinderung oder Einschränkung ihres Betriebes erfahren. Infolgedessen scheiden hier die willkürlichen Vorgänge aus der Betrachtung aus, weil bei diesen ein einwandfreies betriebsmäßiges Arbeiten nicht ohne weiteres möglich ist. Ferner handelt es sich hier lediglich um konzentrierte Anordnungen, d. h. um einen unmittelbaren Anschluß des Prüfobjektes an die Stoßanlage ohne Zwischenschaltung längerer Leitungsstücke. Arbeitet man unter den eben genannten Bedingungen, die für den Betrieb das übliche sind, so hat dies zur Folge, daß die Stirn des Stoßvorganges ohne weitere Hilfsmittel nicht restlos im Bilde sichtbar wird (Abb. 1 a), da das Mitreißen der Schalteinrichtungen des Kath.-Osz. durch den Stoßvorgang nicht gänzlich verzögerungsfrei erfolgen kann. Daraus ist ersichtlich, daß beim Anstoßproblem die Frage, wie dieser Kath.-Osz.-Verzug ausgeglichen werden kann, ebenso wichtig ist wie die Frage, auf welche Art der eigentliche Anstoß vorgenommen werden soll.

Bei der Ankopplung eines Kath.-Osz. sind bisher zwei[8]) verschiedene Wege beschritten worden. Der erste Weg, von einer Zentralstelle aus Kath.-Osz. und Vorgang (Ausgleichung von Kath.-Osz. und Vorgangverzug) in konstantem Rhythmus auszulösen, stellt einen verkappten willkürlichen Vorgang dar. Diese Methode ist in einfacher Ausführung nur für das Arbeiten mit konstanter Vorgangspannung brauchbar. Allgemein zu benutzen ist sie erst nach weiterer Ausgestaltung zur Wahrung eines konstanten Taktes bei veränderlicher Vorgangspannung, was z. B. durch gegenseitige selbsttätige Steuerung von Zündkugelabstand und Ladespannungshöhe erreicht werden kann[9]).

Der zweite Weg ist der betrieblich richtigere, weil er praktisch keine Einbauten in den Stoßgenerator erfordert und dieser, unbehindert durch den Kath.-Osz., betrieben werden kann. Er besteht darin, den Kath.-Osz. durch den Beginn des Vorganges auslösen zu lassen und den Verzug in der Kath.-Osz.-Schaltung auszugleichen durch ein Verzögerungskabel zwischen dem Spannungsabgriff am Prüfobjekt und den Ordinatenplatten des Kath.-Osz. Es ergibt sich dadurch die nachteilige Bedingung, daß man den Vorgang über ein längeres Kabel laufen lassen muß, welches bei normaler Bauart und einem Verzug des Kath.-Osz. von etwa 0,5 µs ungefähr 150 m lang sein müßte, wobei die Möglichkeit einer Verschleifung hochfrequenter Vorgänge nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen ist. Ein weiterer Nachteil liegt darin, daß das Kabel am Ende und auch am Anfang[10]) zur Vermeidung von Reflexionen durch einen Widerstand R gleich dem Wellenwiderstand des Kabels abgeglichen werden muß und anderseits ohmscher Spannungsteiler und Kabel zwangsläufig in ihrer Größe zueinander festliegen, wodurch die Freizügigkeit des Übersetzungsverhältnisses gestört ist. Hier wurde ein dritter Weg eingeschlagen. Folgende Bedingungen sollten dabei erfüllt werden:

1. Keine Einschränkung des betriebsmäßigen Arbeitens der Stoßanlage durch den Kath.-Osz.
2. Vermeidung des infolgedessen bisher erforderlichen Verzögerungskabels.
3. Aufbau mit den gängigen Mitteln eines Hochspannungs-Versuchsfeldes.

Der erforderliche Zeitabstand zwischen Einsatz des Vorganges am Prüfobjekt und am Kath.-Osz., der sonst durch das Verzögerungskabel bewirkt wird, muß also auf irgendeine andere Weise herbeigeführt werden. Während beim Arbeiten mit Verzögerungskabel der Vorgang am Kath.-Osz. nacheilend abrollt, wird bei dem 3. Weg die Verzögerung in den eigentlichen Vorgang verlegt. Die Kugel-Schaltfunkenstrecke wurde deshalb durch eine Spitzenfunkenstrecke ersetzt[11]), die auf volle Stoßspannung eingestellt ist. Dadurch wurde eine zeitliche Verzögerung erreicht zwischen dem Auftreten des Spannungsscheitelwertes an der Zündfunkenstrecke und an dem Endwiderstand bzw. am Prüfling. Die Größe dieser Verzögerung kann durch Änderung des Spitzenabstandes und damit des Stoßfaktors und Überschlagverzuges geregelt werden.

Die Stirnform der so gewonnenen Oszillogramme war unerwünscht. Abb. 1 b zeigt den Stirnverlauf bei einem großen Überschlagverzug. Diese Form hat, wie festgestellt werden konnte, ihre Ursache nicht in irgendeiner Störbeeinflussung des Spannungsteilers, sondern in dem zunächst sehr großen und dann abklingenden Funkenwiderstand der Spitzenfunkenstrecke. Demnach mußte der Vorgang so umgestaltet werden, daß neben der grundsätzlich erreichten Verzögerung auch eine Stirn von gewünschter Form erzeugt werden konnte. Eine Schaltanordnung gemäß Abb. 2 ermöglicht dies. Das Ergebnis

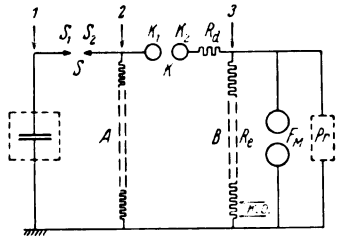


Abb. 2. Anordnung von Verzögerungs-Spitzenfunkenstrecke und End-Kugelfunkenstrecke zum Ausgleich des Kath.-Osz.-Verzuges unter Einhaltung einer normgerechten Stirn.

im Oszillogramm zeigt Abb. 1 c. Die Schaltung wird zu diesem Zwecke mit einer End-Kugelfunkenstrecke ausgerüstet, die etwa auf die Gesamtspannung eingestellt ist. Der Widerstand A hat lediglich den Zweck, statische Aufladungen abzuführen und als vor dem Auftreten des Spannungstoßes Nullpotential zu halten, und wurde zur Einhaltung der zweckmäßigerweise aufzustellenden Bedingung $A \gg B$ möglichst groß gewählt. Der Widerstand B ist der eigentliche Endwiderstand und zugleich Spannungsteiler für den Kath.-Osz. Abb. 3 zeigt den zeitlichen Verlauf der einzelnen Vorgänge innerhalb der Anlage. Nach Ansprechen der Zündfunkenstrecke und der Zwischenfunkenstrecken baut sich die Gesamtspannung auf, bis schließlich an der Spitze S_1 die volle Stoßspannung vorhanden ist. Auf Grund des Überschlagverzuges der Spitzenfunkenstrecke und der den Überschlag kennzeichnenden Form des Spannungsverlaufes steigt die Stoßspannung an der Kugel K_1 bis zum Höchstwert, bei dem dann ein sofortiger Luftdurchbruch erfolgt. Notwendig ist, daß bei dem eingestellten Kugelabstand die Bedingung des vorentladungsfreien Durchbruchs erfüllt ist. Eine Vereinfachung dieser Anordnung kann dann erfolgen, wenn der stufenweise Aufbau der Spannung innerhalb des Stoßgenerators verhältnismäßig langsam vor sich geht. Dann muß zwischen dem Ansprechen der Zündfunkenstrecke und dem Durchschlag auch der letzten Zwischenfunkenstrecke so viel Zeit verstreichen, daß die Dauer des in der Kath.-Osz.-Schaltung selbst vorhandenen Verzuges überschritten wird. Die Kugelfunkenstrecke K bildet dann unter Fortlassung von Widerstand A und Spitzenfunkenstrecke S den Abschluß des Stoßgenerators. Diese Vereinfachung konnte bei dem Sechs-Stufen-Stoßgenerator der Hescho in Anwendung gebracht werden, während bei einer kleineren Zwei-Stufenanlage für etwa 300 kV ohne Verzögerungspitze nicht auszukommen war.

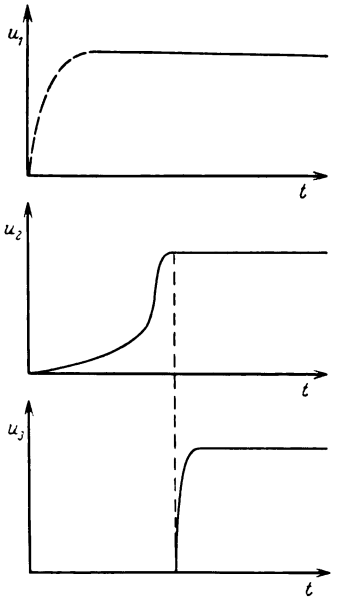


Abb. 3. Zeitlicher Verlauf des Spannungsstoßes an den drei Stellen 1, 2, 3 der Stoßanlage entsprechend Abb. 2.

[8]) Von der Dufour-Methode soll hier abgesehen werden.

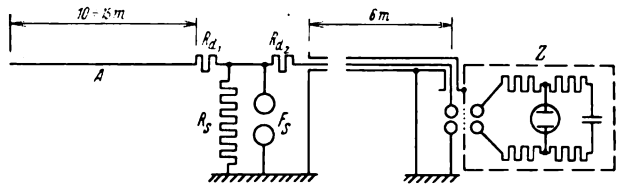
[9]) Foust, Kuehni, Rohats, Gen. electr. Rev. 35 (1932) S. 358, Westinghouse, catalog section 38—320 (Mai 1933).

[10]) Foust, Electr. Wld., N. Y., 101 (1933) S. 70.

[11]) Eine derartige Spitzenfunkenstrecke ist bereits, wenn auch zu anderen Zwecken, von Elsner vorgeschlagen.

Digitized by Google

Zum Mitreißen des Kath.-Osz. dient als einfache und loseste Kopplungsart eine in unmittelbarer Nähe der Stoßanlage aufgehängte Antennenanordnung (Abb. 4), die von der ersten Stufe des Stoßgenerators beeinflußt wird und durch eine Parallel-Funkenstrecken-Anordnung die Auslösung des Zeitkreises bewirkt. Im Aufnahmebetrieb arbeitet die Stoßanlage ohne Rücksicht auf den Kath.-Osz. Vom Schaltpult der Stoßanlage aus werden sämtliche Schaltungen vorgenommen, wie beim Arbeiten ohne Kath.-Osz. Dagegen erfolgt die Regelung des Verzuges durch die Steuerung der Funkenstrecken S und K vom Beobachtungstand des Kath.-Osz. aus an Hand der Leuchtschirmbeobachtung.



A Antenne
R_s Widerstand zur Abführung von statischen Aufladungen ($10^6\ \Omega$)
F_s Kabelschutz-Funkenstrecke
Z Zeitkreis des Kath.-Osz.
R_{d_1}, R_{d_2} Dämpfungswiderstände je 100 Ω

Abb. 4. Antennenanordnung zum Anstoß des Kath.-Osz. durch den Höchstspannungs-Stoßgenerator.

Spannungsteilung. Auf Grund verschiedenartiger Erfordernisse sind auch verschiedene Spannungsteileranordnungen für Hochspannungs-Stoßvorgänge entstanden, nämlich ohmsche[12]), kapazitive[13]) und kapazitiv-ohmsche[14]) Spannungsteilung. Hauptbedingung für alle Spannungsteiler ist die formgetreue Wiedergabe, d. h. die Einhaltung eines konstanten Übersetzungsverhältnisses. Die Brauchbarkeit der einzelnen Anordnungen reicht nicht über den gesamten Frequenzbereich. Die kapazitative Spannungsteilung ist um so geeigneter, je rascher der Vorgang abläuft, während sie für sehr langsame Vorgänge weniger zu gebrauchen ist, da dann schon Entladeerscheinungen eine Rolle spielen können. Es bleibt ihr besonders dasjenige Prüfungsgebiet vorbehalten, bei dem irgendeiner Dauerlast Stoßvorgänge übergelagert werden, weil die nur für Stoßbelastung berechneten ohmschen Spannungsteiler keine Hochspannungsdauerlast aushalten können. Die ohmsche Spannungsteilung ist um so geeig-

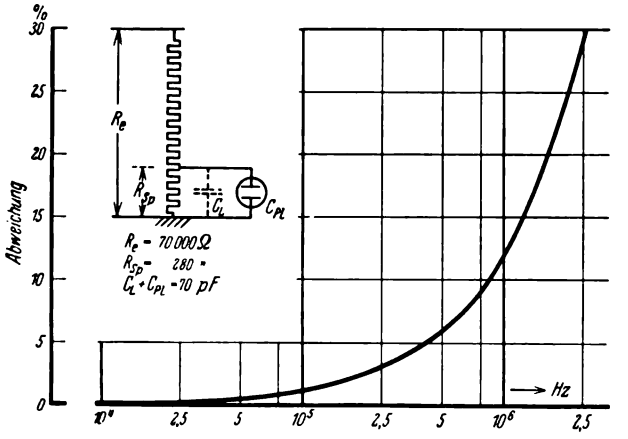


Abb. 5. Verfälschung (Vergrößerung) des Übersetzungsverhältnisses des angegebenen Spannungsteilers in Prozent des Nenn-Übersetzungsverhältnisses (gerechnet).

neter, je langsamer der Vorgang verläuft. Das hat seinen Grund in der Belastung des Spannungsteilers durch den kapazitiven Widerstand von Ablenkplatten und Zuleitung, der mit steigender Frequenz kleiner wird und dadurch das Übersetzungsverhältnis des eigentlichen Spannungsteilerwiderstandes immer mehr verändert. Mit steigender Frequenz wird aber eine immer größere Verschleifung des Vorganges eintreten, Abb. 5.

Der ohmschen Spannungsteilung ist unbedingt dort der Vorzug zu geben, wo es möglich ist, den Endwiderstand gleichzeitig als Spannungsteiler zu benutzen, so daß eine Sonderanordnung vermieden werden kann. Die Grenze für formgetreue Wiedergabe lag bei der benutzten Anordnung so, daß unter Zulassung einer Toleranz von etwa 3 % eine richtige Wiedergabe einer Stirndauer von $T_s = 0{,}5\,\mu s$ gewährleistet ist, wobei diejenige Frequenz, die diesem Stirnverlauf in bezug auf die Berechnung des kapazitiven Blindwiderstandes etwa entspricht, mit $f = 0{,}25 \cdot 10^6$ Hz eingesetzt wurde. Die Frequenzen von Störschwingungen zwischen 10^6 und 10^7 Hz konnten einwandfrei ausgemessen werden. Dies war zur Feststellung von Störquellen unerläßlich. Unwesentlich ist hierbei, daß ihre Amplituden nicht mehr genau wiedergegeben wurden.

Ein Versuch, den gleichzeitig als Spannungsteiler dienenden Endwiderstand durch Schräglegung unmittelbar an den Kath.-Osz. heranzuführen, scheiterte daran, daß in diesem Falle der Endwiderstand mit der durch die Schräglage bedingten Erdrückleitung eine Schleife bildete, die zu erheblichen Störungen Anlaß gab. Es wurde daraufhin die aus Abb. 6 erkennbare senkrechte Anordnung ausgeführt. Nur derjenige Teil des Endwiderstandes, der parallel zur Koppelleitung und zum Kath.-Osz. liegt, wurde schräg angeordnet. Es ergab sich also die Notwendigkeit, einen Abstand von etwa 6 m zwischen Spannungsteiler bzw. Endwiderstand und Kath.-Osz. zu überbrücken. Gegenüber der Länge der zu untersuchenden Stoßstirnen und der auftretenden Störschwingungen war dieser Abstand so gering, daß es sich bei einer Verbindungsleitung nicht um ein nichtstationäres, sondern um ein quasistationäres Problem handelte. Es wurde deshalb eine abgeschirmte Doppelleitung angeordnet, die mit einer schwachen Dämpfung versehen wurde, um etwaige Eigenschwingungen zu unterdrücken. Zur Nachprüfung der Anordnung wurden mit einer zu diesem Zwecke aufgebauten fahrbaren 8 kV-Stoßanlage Oszillogramme mit und ohne Koppelleitung aufgenommen, deren Vergleich das einwandfreie Arbeiten bewies.

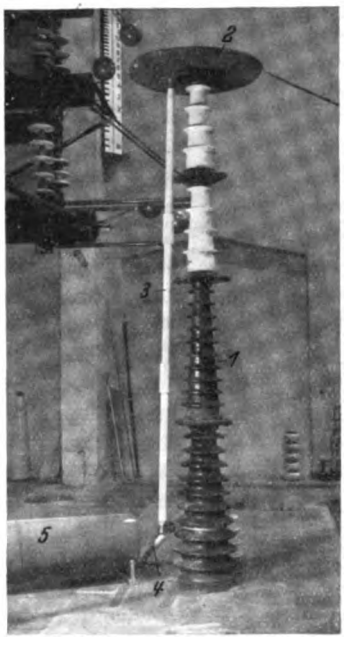


Abb. 6. 4 m hoher Endwiderstands-Träger (*1*) mit Feldsteuerungskopf (*2*) von 1 m Dmr. zur Angleichung des Potentialgefälles am und im Widerstand. Auswechselbarer Endwiderstand (*3*) [Wasserwiderstand von 4,5 cm Innendurchmesser]. Regelbarer, schräggliegender Spannungsteiler-Widerstand R_{sp} (*4*). Abgeschirmte Koppelleitung zum Kath.-Osz. (*5*).

Schirmung und Entstörung. Dem großen Vorteil der Nähe von Kath.-Osz. und Stoßanlage steht als Nachteil die dadurch bedingte große Störanfälligkeit gegenüber. Auch schon beim Arbeiten mit niedrigeren Spannungen ist eine Abschirmung des Kath.-Osz. unbedingt zweckmäßig. Es war notwendig, nicht nur den Zeitkreis, sondern auch besonders die Vorablenkkreise in eine gemeinsame Abschirmung einzusetzen. Anderseits war es nicht unbedingt erforderlich, die gesamte Kath.-Osz.-Apparatur mit ihren erheblichen Abmessungen abzuschirmen. Da das Strahlablenkrohr aus einem starken Metallzylinder besteht und das Strahlerzeugungsrohr mit einem starken Metallaußenmantel umgeben ist, genügte diese Abschirmung für die Auswertung von Oszillogrammen des Höchstspannungs-Stoßgenerators. Bei der Be-

[12]) Erwin Marx a. a. O., Foust, Kuehni und Rohats a. a. O.; J. C. Dowell und C. M. Foust, Electr. Engng. 52 (1933) S. 124.
[13]) P. B. Bellaschi, Electr. Engng. 52 (1933) S. 123.
[14]) Kopliovitch, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 22 (1931) S. 461. K. Berger u. E. Schneeberger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 24 (1933) S. 325.

Digitized by Google

urteilung der großen Schwierigkeiten, die bis zur Unterbindung der Störungen des Kath.-Osz. durch die große Nähe des Stoßgenerators zu überwinden waren, muß man berücksichtigen, welch erhebliche Ströme und mit ihnen vorhandene Störfelder besonders während des Stirnverlaufes mit seinem großen Wert $d\,u/d\,t$ auftreten. Es fließt z. B. bei einer Stoßscheitelspannung von 10^6 V und einem Gesamtwiderstand von 1000 Ω ein Strom von 1000 A.

Die ersten Maßnahmen mußten ein sicheres Arbeiten des Kath.-Osz. während der Stoßaufnahmen bringen. Auf den zunächst nur provisorisch abgeschirmten Niederspannungsleitungen für Strahlkonzentrierung, Pumpenheizung und Vorpumpenantrieb wurden Spannungstöße bis zu 10 kV gemessen, die die betreffenden Leitungen häufig außer Betrieb setzten. Durch Zuführung der Niederspannungsleitungen in einem gesonderten Kabelkanal, durch starke Abschirmung der Leitungen und durch den Einbau von Schutzkondensatoren wurde die Betriebsicherheit der Leitungen hergestellt. Anschließend mußten die Vorgangsverzerrungen und Störschwingungen unterbunden werden. Die Verzerrung hatte in erster Linie folgende Ursache. Es waren zwei getrennte Erdungsmöglichkeiten vorhanden, die Stoßgeneratorerde und eine für den Kath.-Osz. benutzte Blitzableitererde. Beim Anlegen dieser beiden einige Meter langen Erdleitungen an die Ordinatenplatten traten statt einer im störfreien Falle zu erwartenden Nullinie erhebliche Störvorgänge auf, aus deren Art man direkt auf den Verlauf der Stoßspannung schließen konnte. Bei einer gesonderten Kath.-Osz.-Erdung konnte also von einer Potentialgleichheit des Kath.-Osz.-Gehäuses und der Erdablenkplatte keine Rede sein. Gleiches Potential muß aber vorhanden sein, weil sonst das elektrostatische Feld im Ablenkrechteck zwischen den Ablenkplatten trotz geeigneter Plattenausbildung inhomogen wird und dadurch zu Verzerrungen Anlaß gibt. Um also diese Potentialungleichheit zu vermeiden, wurde das Kath.-Osz.-Gehäuse unmittelbar mit der Erdung der Stoßanlage verbunden, so daß es gegebenenfalls die Spannungschwankungen des Stoßerdpunktes mitmachen konnte. Störschwingungen traten auf als Folge eines ungeeigneten Aufbaues der einzelnen Schaltungsteile, wie z. B. der Antenne, auf der sich Wanderwellenschwingungen ausbildeten und auf den Kath.-Osz. übertrugen. Durch Dämpfung und Verkabelung der Antennenableitung gemäß Abb. 4 wurde auch diese Störquelle unterdrückt.

Ein weiterer Nachteil der großen Kath.-Osz.-Nähe war zunächst die Beeinflussung des Strahles, der, richtig konzentriert während einer Stoßpause, dann um so unschärfer wurde, je höher die Stoßspannung war. Es handelte sich dabei um eine stoßartige Veränderung der Strahlspannung infolge Induktion der Zuleitung. Für diese veränderte Strahlspannung stimmte dann die Konzentrierung nicht mehr. Das geht daraus hervor, daß eine Besserung erzielt werden konnte durch den Aufbau eines abgeschirmten hochohmigen Widerstandes unmittelbar auf die Kathodendurchführung.

Vorgangsverzerrung. In diesem Zusammenhang ist auf eine, durch ungeeignete Ausbildung der Ablenkplatten auftretende Vorgangsverzerrung hinzuweisen.

Im Ablenkrohr sind, in Strahlrichtung hintereinander, Abszissen- und Ordinaten-Ablenkplatten angeordnet. Zwischen dem ersten Plattenpaar bewegt sich der Strahl auf einer Ablenkgeraden, zwischen dem zweiten demnach in einem Ablenkrechteck. Sollen Verzerrungen des Vorganges vermieden werden, so muß das Feld zwischen den Ablenkplatten im Bereich des Ablenkrechteckes homogen sein. Liegt an den Platten eine zu Null symmetrische Spannung, so wird dies auch immer der Fall sein. Solange also entweder die Zeit- oder Vorgangsablenkspannung symmetrisch zu Null ist, kann die symmetrische Spannung an das zweite Plattenpaar gelegt werden, und der Forderung ist Genüge geleistet. Liegt aber an den Ordinatenplatten unsymmetrische Spannung, was beim Arbeiten mit Stoßanlagen das Übliche ist, und ist auch die Zeitablenkspannung unsymmetrisch, dann wird eine Nachprüfung erforderlich, ob das Feld im Ablenkrechteck homogen ist. Die Abb. 7 a zeigt, daß dies bei dem benutzten Kath.-Osz. nicht ohne weiteres der Fall ist, obwohl die Anordnung durchaus übliche Abmessungen aufweist. Abb. 7 b zeigt, wie durch wulstförmige Ausbildung des Randes der spannungführenden Platte eine Vergleichmäßigung des Feldes zwischen Plattenrand und Rohrwandung und damit Homogenität

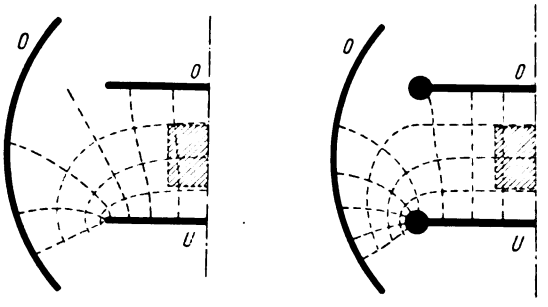


Abb. 7a. Bei unsymmetrischer Ablenkspannung innerhalb des Ablenkrechteckes (schraffierter Raum) kein homogenes Feld.

Abb. 7b. Infolge der Wulstrandausbildung der Ablenkplatten ist innerhalb des Ablenkrechteckes ein homogenes Feld vorhanden.

Abb. 7. Feldbild zwischen Ablenkplatten und Gehäuse.

im Ablenkrechteck erzielt wurde. Die Wulstrandausbildung beider Platten geschah lediglich zu dem Zweck, jederzeit Erd- und Spannungsplatte vertauschen zu können.

Verzerrungen als Folge von sehr hohen Ablenkgeschwindigkeiten kamen bei den durchgeführten Messungen nicht in Betracht.

Zusammenfassung. Das einwandfreie Oszillographieren einer Höchstspannungs-Stoßanlage im Betrieb wurde ohne Zuhilfenahme eines Verzögerungskabels dadurch erreicht, daß die zum Ausgleich des Kath.-Osz.-Verzuges notwendige Verzögerung durch eine Spitzen- und Kugelfunkenstrecken-Anordnung in den Vorgang, d. h. in die Stoßanlage verlegt wurde. Der Kathodenstrahl-Oszillograph wird durch eine Antennenanordnung mitgerissen, die auf den Überschlag der Zündfunkenstrecke anspricht, wobei eine Parallelfunkenstrecke zum Zeitkreis eingebaut wird. Infolge des dadurch bedingten räumlich sehr engen Zusammenarbeitens von Stoßanlage und Kathodenstrahl-Oszillograph mußte seiner Schirmung und der Unterbindung von Störvorgängen zur Aufnahme einwandfreier Oszillogramme besondere Aufmerksamkeit zugewandt werden.

Eine Ordinatenschreibverzerrung, die infolge des Nichtvorhandenseins eines homogenen Feldes im Gebiet des Ablenkrechteckes zwischen den Ablenkplatten auftrat, wurde durch eine wulstartige Randausbildung der Ablenkplatten beseitigt.

Digitized by Google

Stromverdrängung bei Doppelstabläufern.

Von Dr.-Ing. E. Kübler, Berlin.

Übersicht. Das Problem des Doppelstabläufers wird in Analogie zum Wirbelstromläufer behandelt, indem man Ober- und Unterstab der Nut als einen Gesamtleiter mit dem Widerstand $r_2 = \frac{r_o r_u}{r_o + r_u}$ auffaßt, der vom Gesamtstrom I_2 durchflossen wird. Wir fragen alsdann nach der Widerstandsvermehrung $k_r = \frac{\text{Wechselstromwiderstand}}{\text{Gleichstromwiderstand}}$ und nach der Induktivitätsverminderung $k_L = \frac{\text{Nutenenergie bei Wechselstrom}}{\text{Nutenenergie bei Gleichstrom}}$ des Gesamtleiters und fügen zum Schluß diese Koeffizienten in die allgemeinen Formeln für Strom und Drehmoment von Drehstrommotoren ein. Für den Wirkungsgrad ist die Kenntnis der Teilströme in Ober- und Unterstab notwendig.

Zur Vereinfachung des Problems ersetzen wir jeden Teilleiter durch einen unendlich dünnen Leiter gleichen Widerstandes in einer Höhe h vom Nutgrund aus gerechnet, daß dabei die magnetische Nutenergie unverändert bleibt. Wir sehen zunächst von einer Stromverdrängung innerhalb der Teilleiter ab. Der Ersatzleiter für den Unterstab der gezeichneten Nut (Abb. 1) ist in der Höhe $h'_u = \frac{2}{3} h_u$ anzuordnen. Der Ersatzleiter für den Oberstab der Rechtecknut liegt nicht eindeutig fest; seine Höhe schwankt zwischen $h'_o = h_u + h_s + 0{,}5\, h_o$ ($I_o = 0$, I_u allein vorhanden) und $h'_o = h_u + h_s + \frac{2}{3} h_o$ (I_o allein vorhanden, $I_{u\varphi} = 0$). Ohne einen großen Fehler zu begehen, nehmen wir für den Ersatzleiter des Oberstabes eine mittlere Höhenlage an $h'_o = h_u + h_s + 0{,}58\, h_o$. Die Stromverdrängung ist dann nur abhängig vom Strom im Unterstab I_u, weil der Induktionsfluß durch die von den Ersatzleitern begrenzte Fläche nurmehr von I_u abhängig ist. Der Vorgang muß demnach durch eine einzige lineare Differentialgleichung mit periodischem Zwangsglied darstellbar sein.

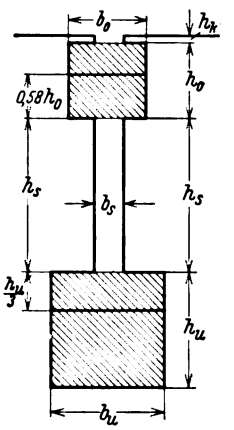


Abb. 1. Ersatzleiter bei Rechteckform der Doppelstäbe.

Teilströme. Die Anwendung des Induktionsgesetzes

$$\oint \mathfrak{E}\, d\mathfrak{r} = -\frac{d\Phi}{dt} \cdot 10^{-8}\ \text{Volt}$$

auf die von den Ersatzleitern gebildete Windung ergibt die Gleichung

$$r_u \bar{I}_u - r_o \bar{I}_o = -\,0{,}4\,\pi\, \Lambda'_n \frac{d\bar{I}_u}{dt} \cdot 10^{-8}\ \text{Volt}$$

$$\Lambda'_n = \left(\frac{h_u}{3\, b_u} + \frac{h_s}{b_s} + 0{,}58\, \frac{h_o}{b_o}\right) l_n. \qquad (1)$$

Bei Ausführung der Käfige mit getrennten Sammelringen sind für r_u und r_o die Widerstände je Stab einschl. der Ringanteile, bei Ausführung mit gemeinsamen Sammelringen nur die Widerstände je Stab ohne die Ringanteile einzusetzen. Ferner ist die Summe der Teilströme gleich dem Gesamtstrom I_2:

$$\bar{I}_u + \bar{I}_o = \sqrt{2}\, I_2 \sin \omega_2 t. \qquad (2)$$

Aus (1) und (2) folgt die Hauptgleichung von der Form wie oben angegeben:

$$\frac{d\bar{I}_u}{dt} + \frac{r_u + r_o}{0{,}4\,\pi\, \Lambda'_n \cdot 10^{-8}}\, \bar{I}_u = \frac{r_o}{0{,}4\,\pi\, \Lambda'_n \cdot 10^{-8}}\, \sqrt{2}\, I_2 \sin \omega_2 t. \qquad (3)$$

Da uns nur der eingeschwungene Zustand interessiert, machen wir folgenden Lösungsansatz:

$$\bar{I}_u = A \sin(\omega_2 t + \varphi_u). \qquad (4)$$

In bekannter Weise führen wir diesen Lösungsansatz in die Differentialgleichung ein, setzen zur Erleichterung von Zwischenrechnungen

$$\frac{r_u + r_o}{0{,}4\,\pi\, \Lambda'_n \cdot 10^{-8}} = c_1, \qquad \frac{r_o}{0{,}4\,\pi\, \Lambda'_n \cdot 10^{-8}} = c_2$$

und erhalten:

$$A\,(\omega_2 \cos\varphi_u + c_1 \sin\varphi_u)\cos\omega_2 t + (c_1 A \cos\varphi_u - A\,\omega_2 \sin\varphi_u - c_2 \sqrt{2}\, I_2)\sin\omega_2 t = 0.$$

Diese Gleichung ist zu allen Zeiten erfüllt, wenn die Beiwerte von $\sin\omega_2 t$ und $\cos\omega_2 t$ verschwinden:

$$A\,(\omega_2 \cos\varphi_u + c_1 \sin\varphi_u) = 0 \qquad (5)$$

$$c_1 A \cos\varphi_u - A\,\omega_2 \sin\varphi_u - c_2 \sqrt{2}\, I_2 = 0. \qquad (6)$$

Aus (5) und (6) ergeben sich die Kennwerte A und φ_u:

$$\operatorname{tg}\varphi_u = -\frac{\omega_2}{c_1}, \qquad A = \frac{c_2}{\sqrt{c_1^2 + \omega_2^2}}\, \sqrt{2}\, I_2$$

$$I_{u\,\text{eff}} = \frac{r_o}{\sqrt{(r_u + r_o)^2 + x'^2_n}}\, I_2, \qquad \operatorname{tg}\varphi_u = -\frac{x'_n}{r_u + r_o}$$

$$x'_n = 0{,}4\,\pi\, \Lambda'_n\, \omega^2 \cdot 10^{-8}.$$

In gleicher Weise setzen wir für $\bar{I}_o = B \sin(\omega_2 t + \varphi_0)$ an und gehen damit in (2) ein:

$$B \sin(\omega_2 t + \varphi_o) = \sqrt{2}\, I_2 \sin\omega_2 t - \frac{c_2 I_2}{\sqrt{c_1^2 + \omega_2^2}} \sin(\omega_2 t + \varphi_u);$$

daraus ergibt sich wie oben:

$$I_{o\,\text{eff}} = \sqrt{\frac{r_u^2 + x'^2_n}{(r_u + r_o)^2 + x'^2_n}}\, I_2, \qquad \operatorname{tg}\varphi_0 = \frac{x'_n\, r_o}{r_u\,(r_u + r_o) + x'^2_n}$$

Widerstandsvermehrung.

$$k_r = \frac{\text{Wechselstromverluste}}{\text{Gleichstromverluste}} = \frac{\left(r_u I^2_{u\,\text{eff}} + r_o I^2_{o\,\text{eff}}\right)_\omega}{\left(r_u I^2_{u\,\text{eff}} + r_o I^2_{o\,\text{eff}}\right)_{\omega = 0}}$$

$$k_r = \frac{1 + \dfrac{x'_n}{r_u + r_o}\cdot\dfrac{x'_n}{r_u}}{1 + \dfrac{x'^2_n}{(r_u + r_o)^2}}.$$

Induktivitätsverminderung.

Induktivitätsverminderung, d. h. Verminderung der magnetischen Nutenergie durch Stromverdrängung, ist offenbar nur in dem Raum zwischen den beiden Ersatzleitern vorhanden. Die magnetische Energie in diesem Raum ist verhältnisgleich $\bar{I}^2_u$; es ist also:

$$k_L = \frac{I^2_{u\,\text{eff},\,\omega}}{I^2_{u\,\text{eff},\,\omega = 0}} = \frac{1}{1 + \dfrac{x'^2_n}{(r_u + r_o)^2}}.$$

Es ist zweckmäßig, die Werte k_r und k_L in Kurvenform darzustellen, um eine Übersicht zu bekommen und zugleich Rechenarbeit zu ersparen. In Abb. 2 sind diese Kurven aufgetragen.

Ströme und Drehmoment von Doppelstabläufer-Motoren.

Zum Schluß bleibt nurmehr die einfache Aufgabe, die obigen Ergebnisse in die allgemeinen Formeln für Ströme

Digitized by Google

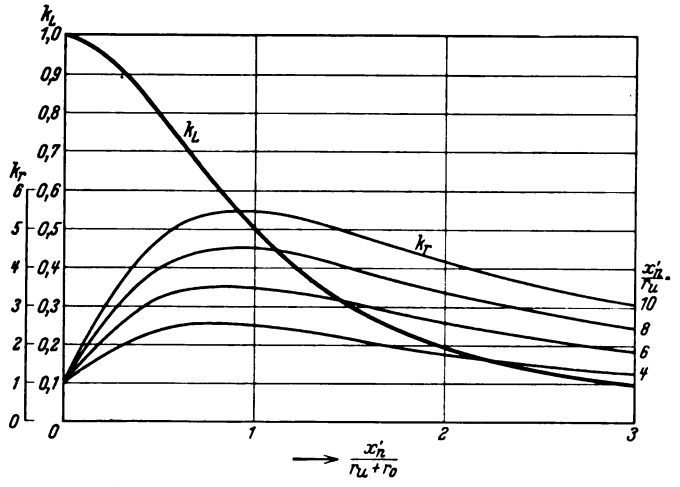


Abb. 2. Widerstandsvermehrung k_r und Induktivitätsverminderung k_L in Abhängigkeit von $\frac{x'_n}{r_u + r_o}$.

und Drehmoment von Drehstrommotoren einzufügen. Folgende Formeln kommen hierfür in Frage:

$$I_1 = \frac{U_1 (1 + \tau_1)}{\sqrt{\left(R_1 + (1 + \tau_1)\frac{R_2}{\sigma}\right)^2 + \left(X_1 + (1 + \tau_1) X_2\right)^2}} \text{ Amp}$$

$$I'_2 = \frac{U_1}{\sqrt{\left(R_1 + (1 + \tau_1)\frac{R_2}{\sigma}\right)^2 + \left(X_1 + (1 + \tau_1) X_2\right)^2}} \text{ Amp}$$

$$D = \frac{m_1 U_1^2 \frac{R_2}{\sigma}}{\sqrt{\left(R_1 + (1 + \tau_1)\frac{R_2}{\sigma}\right)^2 + \left(X_1 + (1 + \tau_1) X_2\right)^2}} \frac{0{,}975}{n_s} \text{ kgm.}$$

Die Werte k_r und k_L sind in die Widerstände R_2 und X_2 einzufügen, die in bekannter Weise aus den Widerständen r_2 und x_2 je Stab + Ringanteil auf primär umgerechnet sind. Bei getrennten Sammelringen ist:

$$\Lambda_{n_2} = \left[\left(\frac{h_u}{3\,b_u} + \frac{h_s}{b_s} + 0{,}58\,\frac{h_o}{b_o}\right)\left(\frac{r_o}{r_u + r_o}\right)^2 k_L + 0{,}42\,\frac{h_o}{b_o} + \frac{h_k}{b_k}\right] l_n$$

$$r_2 = \frac{r_u\, r_o}{r_u + r_o}\, k_r, \qquad r_u = r_{u\,\text{Stab}} + r_{u\,\text{Ring}}, \qquad r_o = r_{o\,\text{Stab}} + r_{o\,\text{Ring}}.$$

Bei gemeinsamen Sammelringen ist:

$$r_2 = \frac{r_{u\,\text{Stab}}\, r_{o\,\text{Stab}}}{r_{u\,\text{Stab}} + r_{o\,\text{Stab}}}\, k_r + r_{\text{Ring}}$$

$$x_2 \approx (\Lambda_{n_2} + \Lambda_{\tau_2} + \Lambda_{z_2})$$

$$\Lambda_{n_2} = \left[\left(\frac{h_u}{3\,b_u} + \frac{h_s}{b_s} + 0{,}58\,\frac{h_o}{b_c}\right)\left(\frac{r_{o\,\text{Stab}}}{r_{u\,\text{Stab}} + r_{o\,\text{Stab}}}\right)^2 k_L + 0{,}42\,\frac{h_o}{b_o} + \frac{h_k}{b_k}\right] l_n$$

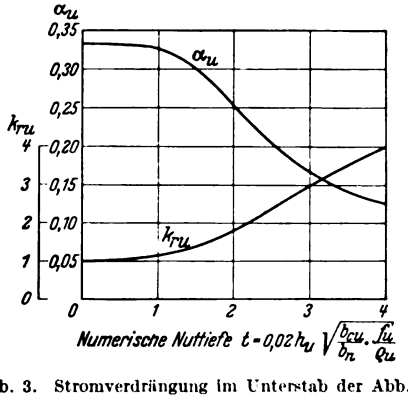


Abb. 3. Stromverdrängung im Unterstab der Abb. 1.

Berücksichtigung der Stromverdrängung im Unterstab.

Die Stromverdrängung im Unterstab kann berücksichtigt werden, weil sie nur vom Strom im Unterstab abhängig ist (Stromverdrängung in Einstabwicklung[1]). Für jede Frequenz ω_2 kommt eine andere Höhenlage des Ersatzleiters und ein anderer Widerstand $r'_{u\,\text{Stab}}$ in Frage (Abb. 3). Es ist

$$r'_{u\,\text{Stab}} = \left[k_{r\,u}\,\frac{l_n}{l} + \left(1 - \frac{l_n}{l}\right)\right] r_{u\,\text{Stab}}$$

$$\Lambda_{n\,2\,\text{Cu}} = a_u\,\frac{h_u}{b_u}\,l_n$$

l_n aktive Eisenlänge,
l Stablänge ohne Ringanteil,
$\Lambda_{n\,2\,\text{Cu}}$ Streuleitwert des Nutraumes des Unterstabes.

In den meisten Fällen ist jedoch eine Berücksichtigung interner Stromverdrängung nicht notwendig. Die Stromverdrängung im Oberstab kann ebenfalls vernachlässigt werden wegen dessen geringer räumlicher Ausdehnung und wegen des Aufbaues aus Widerstandsmaterial.

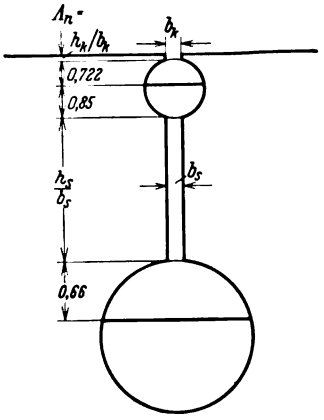


Abb. 4. Ersatzleiter bei Rundform der Doppelstäbe.

Rundstäbe.

Es ist wünschenswert, den magnetischen Leitwert Λ_n, und die Lage der Ersatzleiter auch für die Rundform der Doppelstäbe (Abb. 4) zu erfahren. Die Leitfähigkeit der Rundnut des Unterstabes hat den Betrag 0,66. Die Leitfähigkeit des Schlitzraumes ist, wie in Abb. 1, h_s/b_s. So bleiben nurmehr die Grenzlagen des Ersatzleiters für den Oberstab festzustellen.

Grenzlage 1 für $I_u = 0$, I_o allein vorhanden:

$$\Lambda_{no_1} = 0{,}66 = \int_{\alpha_1}^{\pi} \frac{ds}{s} = \int_{\alpha_1}^{\pi} \frac{r \sin\alpha\, d\alpha}{2\, r \sin\alpha} = \int_{\alpha_1}^{\pi} \frac{d\alpha}{2} = \frac{1}{2}\,(\pi - \alpha_1)$$

$\alpha_1 = 104°$, $\Lambda_{no_1} = 0{,}66$.

Grenzlage 2 für I_u allein vorhanden, $I_o = 0$.

$$\alpha_2 = 90°, \quad \Lambda_{no_2} = \int_{\pi/2}^{\pi} \frac{d\alpha}{2} = \frac{\pi}{4} = 0{,}785.$$

Mittlere Lage des Ersatzleiters:

$$\int_{\alpha_m}^{\pi} \frac{d\alpha}{2} = \frac{0{,}66 + 0{,}785}{2} = 0{,}722, \quad \alpha_m = 97°.$$

Es ergeben sich folgende Leitfähigkeiten der Rundnut des Oberstabes:

a) im Raum über dem mittleren Ersatzleiter

$$\Lambda'_{no} = 0{,}722.$$

b) im Raum unterhalb des mittleren Ersatzleiters

$$\Lambda''_{no} = \int_{0}^{97°} \frac{d\alpha}{2} = 0{,}85.$$

Das Gesamtergebnis für den Nutleitwert bei Rundform der Doppelstäbe ist schließlich:

1. für die Ausführung mit getrennten Sammelringen:

$$\Lambda_{n_2} = \left[\left(0{,}66 + \frac{h_s}{b_s} + 0{,}85\right) k_L \left(\frac{r_o}{r_o + r_u}\right)^2 + 0{,}722 + \frac{h_k}{b_k}\right] l_n$$

2. bei gemeinsamen Sammelringen:

$$\Lambda_{n_2} = \left[\left(0{,}66 + \frac{h_s}{b_s} + 0{,}85\right) k_L \left(\frac{r_{o\,\text{Stab}}}{r_{o\,\text{Stab}} + r_{u\,\text{Stab}}}\right)^2 + 0{,}722 + \frac{h_k}{b_k}\right] l_n.$$

[1]) Emde, Elektrotechn. u. Maschinenb. (26) 1908, S. 703. Rogowski, Arch. Elektrotechn. (1913) S. 81.

Digitized by Google

Steigerung der Ausschaltleistung von Leistungschaltern in bestehenden Schaltanlagen*).

Von O. Schwenk, Frankfurt a. M.

Übersicht. Vielfach genügen Ölschalter heute nicht mehr den an sie zu stellenden Anforderungen, so daß im allgemeinen ein Ersatz durch neue Leistungschalter erforderlich wird. Es besteht aber die Möglichkeit, Ölschalter durch den Einbau von Ölströmungslöschkammern in ihrem Schaltvermögen ganz wesentlich zu verbessern. Die Kostenersparnis ist dabei besonders bei hohen Spannungen recht erheblich.

In der Weiterentwicklung der Leistungschalter wurden bekanntlich zwei Wege eingeschlagen. Während die amerikanische Industrie den Ölschalter beibehielt und ihm durch Anwendung einer fremd- oder selbsterzeugten Ölströmung ein hohes Ausschaltvermögen verlieh, wurde vor allem in Deutschland der Ölschalter in der bislang gebräuchlichen Form verlassen und zu öllosen oder ölarmen Konstruktionen übergegangen.

Wenn auch keineswegs die Gefahren des Ölschalters verkannt werden sollen, so ist doch verwunderlich, daß bei der großen Zahl eingebauter Ölschalter Schäden verhältnismäßig selten sind. Dies überrascht besonders diejenigen Fachgenossen, die Gelegenheit haben, bei Schalterprüfungen in Leistungsprüfanlagen zu beobachten, wie rasch ein Ölschalter, bei dem keine wirksamen Mittel zur Beherrschung der Ölströmung vorgesehen sind, an der Grenze seines Leistungsvermögens angelangt ist. Zu erklären ist dies nur dadurch, daß die Ölschalter im Netz selten unter Bedingungen beansprucht werden, bei denen sie zum Versagen kommen. Vielfach wird ein Ölschalter äußerlich noch ohne Beanstandung die Kurzschlußausschaltung vollziehen, während eine oszillographische Aufnahme des Ausschaltvorganges schon erkennen lassen würde, daß die Unterbrechung des Lichtbogens als unzulässig anzusprechen ist. Einmal ist dem Oszillogramm die Lichtbogendauer zu entnehmen, dann läßt es aber auch Unregelmäßigkeiten im Unterbrechungsvorgang selbst erkennen.

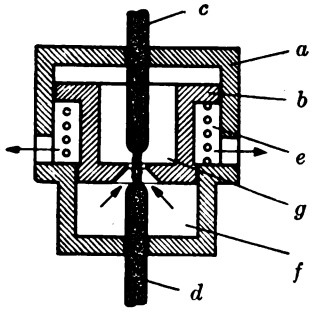


Abb. 1. Strömungslöschkammer mit selbsterzeugter Ölströmung.

Verschiedene zur Verbesserung des Unterbrechungsvorganges in Ölschaltern angewandte Maßnahmen, wie Mehrfachunterbrechung und Löschkammern einfacher Ausführung, konnten nicht befriedigen. Die Mehrfachunterbrechung hat die an sie gestellten Erwartungen keineswegs erfüllt. Mit einfachen Löschkammern war wohl eine Verkürzung der Lichtbogendauer zu erzielen; infolge der unvermeidlich großen Lichtbogenlänge und des hohen Druckes in der Löschkammer ist jedoch die Lichtbogenspannung und damit die Schaltarbeit derartig hoch, daß die Beanspruchung des Ölschalterdeckels und des Ölkessels mit zunehmender Ausschaltleistung stark anwächst. Der Ausgleich des in den sechs Löschkammern aufgespeicherten Druckes in den übrigen Ölraum des Schalters nach Freigabe der Löschkammeröffnungen hat eine kräftige Ölkolbenbildung zur Folge. Damit der Ölkessel der auftretenden Beanspruchung gewachsen ist, läßt sich seine Ausbildung als Rundkessel nicht umgehen.

Die Amerikaner gingen bei der Weiterentwicklung des Ölschalters davon aus, daß die Lichtbogenspannung durch Erzeugung einer starken Ölströmung an den Lichtbogen-Fußpunkten möglichst klein zu halten ist. Im wesentlichen wird dies dadurch erreicht, daß innerhalb eines Kammerraumes eine Ölmenge unter Druck gesetzt und derart geleitet wird, daß die Lichtbogen-Fußpunkte in den Bereich des strömenden Öles gelangen. Dadurch wird die Lichtbogenlänge selbst bei höheren Spannungen sehr kurz. Während beim einfachen Löschkammer-Ölschalter ein Öl-Gas-Gemisch als Löschmittel benutzt wird, dient hier nur Öl zum Löschen. Durch einfache Maßnahmen kann der Druck im Kammerraum gering gehalten werden, so daß für den Kessel des Ölschalters kaum eine Beanspruchung auftritt. Ausgehend von den Erkenntnissen der Amerikaner wurde teilweise auch in europäischen Ländern in dieser Richtung an der Verbesserung des Ölschalters gearbeitet. Dabei wurden mit Strömungslöschkammern, in denen eine Ölströmung durch das vom Lichtbogen erzeugte Gas erzwungen wird, ausgezeichnete Ergebnisse erzielt.

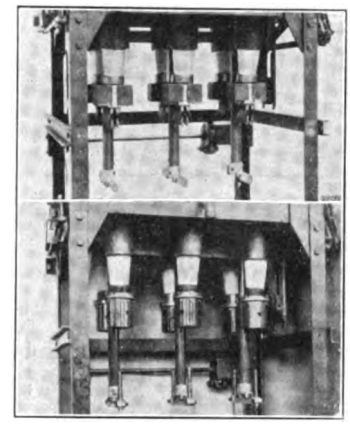
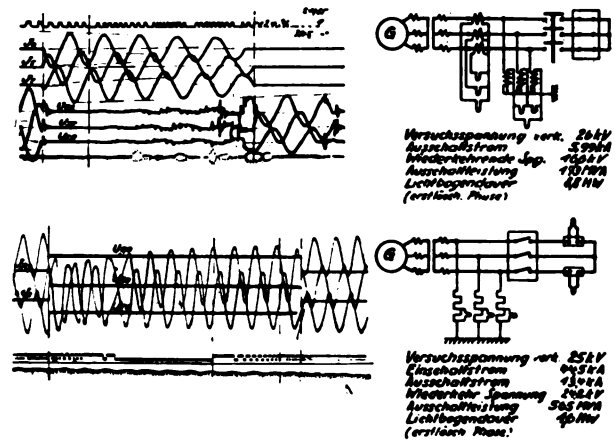


Abb. 2. Ölschalter Reihe 30 mit offenen Unterbrechungsstellen (a) und nach Ausrüstung mit Strömungslöschkammern (b).

Die Wirkungsweise einer derartigen Strömungslöschkammer mit selbsterzeugter Ölströmung sei an Abb. 1 kurz beschrieben: In einer Löschkammer *a* befindet sich ein Einsatz *b*, der durch eine Feder *e* in seiner Ruhestellung gehalten wird. Der Boden des Einsatzes hat eine Öffnung für den Durchtritt des Schaltstiftes. Der Einsatz ist nach Art eines Differentialkolbens ausgebildet, d. h. er besitzt eine große und eine kleine Kolbenfläche. Wird bei Trennung der Schaltstücke in der Löschkammer Ölgas erzeugt, so drückt das Gas auf beide Kolbenflächen. Unter dem Einfluß einer Differenzkraft wird der Einsatz nach unten bewegt und das unter der kleinen Kolbenfläche befindliche Öl am Schaltstift *d* vorbei durch die Öffnung am Boden des Einsatzes gedrückt. Der Lichtbogen befindet sich jetzt in einer Zone stärkster Ölströmung, wodurch bei verhältnismäßig kurzer Lichtbogenlänge die Löschung bewirkt wird. Dadurch hat das Schaltgerät nur geringe Schaltarbeit zu leisten. Durch Entlastungsventile wird noch dafür gesorgt, daß der Druck im Kammerraum einen bestimmten Wert nicht überschreitet. Da gar kein Ölkolben im Ölraum des Schalters gebildet wird, ist es überflüssig, Ölkessel oder Deckel besonders widerstandsfähig auszubilden.

Damit ist die Möglichkeit gegeben, Ölschalter älterer Bauart mit beliebiger Ölkesselausbildung durch den Einbau von Ölströmungs-Löschkammern ganz wesentlich zu verbessern. Ein Ölschalter, der bei einer Ausschaltleistung



a bei Ausführung wie Abb. 2a.
b bei Ausrüstung mit Strömungslöschkammern wie Abb. 2b.
Abb. 3. Oszillogramme von Leistungsprüfungen am Ölschalter Abb. 2.

*) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein Berlin am 22. I. 1935. Besprechung auf S. 658 dieses Heftes.

Digitized by Google

von etwa 170 MVA bei 25 kV Verwendungsspannung an der Grenze seines Schaltvermögens war (die Lichtbogendauer betrug etwa 9 Halbwellen), konnte z. B. nach Ausrüstung mit Strömungslöschkammern einwandfrei eine Schaltleistung von 565 MVA bei einer Lichtbogendauer der erstlöschenden Phase von etwa 1½ Halbwellen bewältigen. Die Lichtbogenlänge betrug dabei nur 30 mm gegen 160 mm bei 170 MVA. Abb. 2 zeigt diesen Ölschalter (Reihe 30) mit rechteckigem Ölkessel mit offenen Unterbrechungsstellen und den gleichen Ölschalter mit Ölströmungs-Löschkammern ausgerüstet. Die Oszillogramme einer Kurzschlußschaltung mit jedem der beiden Schaltgeräte gibt Abb. 3. Die Ersparnis bei Ausrüstung vorhandener Ölschalter mit Strömungslöschkammern gegenüber neuen Leistungsschaltern läßt Abb. 4 erkennen. Bauliche Änderungen, die durch Verwendung neuer Leistungsschalter bedingt sind, sind dabei noch nicht in Rechnung gestellt. Da dem Elektrizitätswerksleiter heute die Entscheidung für eine bestimmte Art von öllosen oder ölarmen Schaltern nicht leicht gemacht ist, weil die verschiedensten Ausführungen angeboten werden, hat er zum mindesten die Möglichkeit, die Entscheidung noch einige Jahre hinauszuschieben. Er kann ohne Aufwendung allzu großer Mittel seine Leistungschalter auf die erforderliche Leistungsfähigkeit bringen. Welche Werte des Ausschaltvermögens sich bei den verschiedenen Verwendungsspannungen erzielen lassen, soll noch Abb. 5 zeigen.

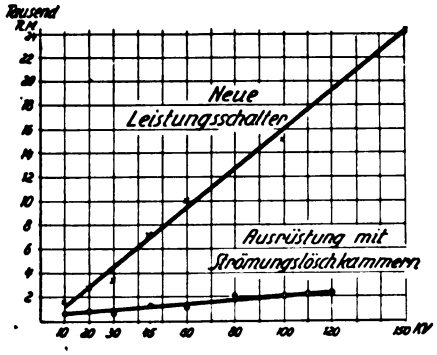


Abb. 4. Kosten für Ausrüstung von Ölschaltern mit Strömungslöschkammern verglichen mit den Kosten neuer Leistungschalter.

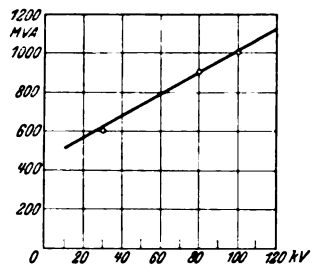


Abb. 5. Mit Strömungslöschkammern erzielbares Ausschaltvermögen bei Ölschaltern.

Die Glühlampe als photographische Aufnahmelichtquelle.

Von Dipl.-Ing. **F. Zimmermann**, Berlin.

Übersicht. Die Gesichtspunkte werden behandelt, die bei der Verwendung der Glühlampe als Aufnahmelichtquelle von Bedeutung sind unter Berücksichtigung der spektralen Energieverteilung der Lampen, der spektralen Empfindlichkeit des Auges und photographischer Schichten und der relativen Betriebskosten für verschiedene Lampeneinheiten.

Auf fast allen Gebieten der Beleuchtungstechnik konnte sich die Glühlampe auf Grund ihrer besonderen Vorzüge im Wettbewerb mit anderen Lichtquellen schnelle und dauernde Erfolge sichern, so daß wir heute im allgemeinen die Anwendung der Glühlampe als eine Selbstverständlichkeit betrachten. In der Lichtbildnerei haben wir es nun mit einem Sondergebiet zu tun, denn hierbei ist nicht — wie in der übrigen Beleuchtungstechnik — die Wirkung der Strahlung auf das menschliche Auge, sondern die Beeinflussung der photographischen Schichten ausschlaggebend. Man kann deshalb nicht einfach aus der Brauchbarkeit und Überlegenheit der Glühlampen in der allgemeinen Beleuchtungstechnik auf ihre Zweckmäßigkeit als Aufnahmelichtquelle schließen. In der Tat ging auch die allgemeine Einführung der Glühlampe in die Aufnahmetechnik nicht gleichzeitig mit der Verwendung in Beleuchtungsanlagen vor sich, sondern erfolgte erst viel später, nachdem ihr die Fortschritte in der Herstellung der photographischen Negative die Pforten geöffnet hatten. Auch heute noch steht ihr in einzelnen Zweigen der Photographie, z. B. in der Film- und Reproduktionstechnik, in dem elektrischen Lichtbogen ein starker Wettbewerber gegenüber. In der Filmtechnik hat sich auch in Deutschland nach einigem Hin und Her ein fester Zustand herausgebildet; es wird in den deutschen Filmwerkstätten heute mit gemischtem Bogen- und Glühlampenlicht gearbeitet, während in USA die Filme mehr bei ausschließlicher Glühlampenbeleuchtung gedreht werden.

Etwas veränderte Verhältnisse liegen in den Werkstätten der Berufsphotographen vor. Hier beherrscht die Aufnahmeglühlampe mehr und mehr das Feld. Sie tritt hier weniger mit anderen Kunstlichtquellen als mit dem natürlichen Tageslicht in Wettbewerb. Die gewerbsmäßige Ausübung der Lichtbildnerei verlangt nach Unabhängigkeit von dem unstetigen Tageslicht, nach Unabhängigkeit von Jahres- und Tageszeit, von Witterung und nicht zuletzt nach Befreiung von dem Zwang hinsichtlich der Anlegung der Aufnahmeräume. Es geht also hier dieselbe Entwicklung vor sich wie vor einigen Jahren bei der Einführung der Bogen- und Quecksilberdampfanlagen in den Filmwerkstätten. Dabei ist zu beachten, daß das künstliche Licht, wenn es seinen Meister findet, nicht einen Ersatz des Tageslichtes im schlechten Sinne des Wortes darstellt, sondern diesem beleuchtungstechnisch sogar überlegen ist; denn es gestattet Beleuchtungswirkungen, die bei Tageslicht nicht möglich sind.

Ein nicht geringes Anwendungsgebiet hat die Aufnahmeglühlampe auch in der Liebhaberphotographie gefunden; nicht selten tritt dabei die Glühlampe an die Stelle des Blitzlichtes.

Wir sind gewohnt, die Lichtquellen nach ihrer Lichtausbeute, d. h. ihrem auf die Einheit der aufgenommenen Leistung bezogenen Lichtstrom zu bewerten. Da der Lichtstrom eine physiologische Größe ist, geht also in diese Bewertung nicht nur die Strahlung der Lampe, sondern auch die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges ein. Wir erhalten den ausgesandten Lichtstrom einer Lampe, wenn wir den Energiestrom für jede Wellenlänge mit der zugehörigen spektralen Hellempfindlichkeit des Auges multiplizieren und diese Produkte addieren, d. h. es ist

$$\Phi = \int L_\lambda \, V_\lambda \, \mathrm{d}\lambda,$$

wobei Φ den Lichtstrom, L_λ die Strahlung für die Wellenlänge λ und V_λ die Hellempfindlichkeit des Auges für diese Wellenlänge bedeuten. Setzen wir in dieser Gleichung an Stelle von V_λ die entsprechende Empfindlichkeit der photographischen Schicht (V'_λ), so erhalten wir in

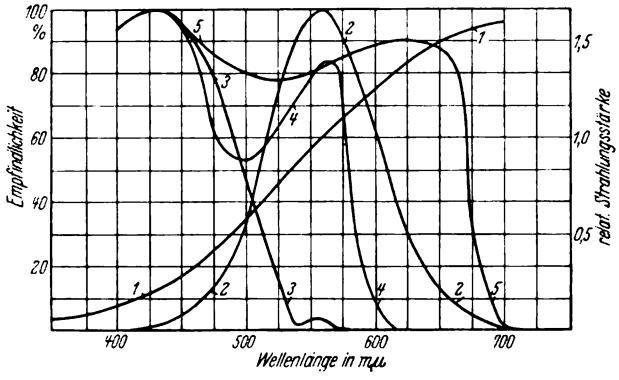
$$\Phi' = \int L_\lambda \, V'_\lambda \, \mathrm{d}\lambda$$

den photographisch wirksamen Energiestrom, der für die Bewertung der Lampe bzw. deren Strahlung beim Photo-

Digitized by Google

graphieren maßgebend ist. Dieser Zusammenhang ist aus der Abb. 1 zu ersehen. Die Kurve *1* stellt die Energieverteilung im Spektrum einer gasgefüllten Glühlampe mit einer Lichtausbeute von 25 Lm/W dar. Es ist hierbei die Strahlung der Wellenlänge von 560 mμ = 1 gesetzt. Die Kurve *2* gibt uns die spektrale Hellempfindlichkeit des Auges an. Die weiteren Kurven *3* bis *5* zeigen den typischen Verlauf der spektralen Empfindlichkeit für photographische Schichten der wichtigsten Emulsionsgruppen[1]). Bei den Empfindlichkeitskurven ist das Maximum jeweils gleich 100 % gesetzt, d. h. es geht aus dieser Darstellung nicht die absolute oder Allgemeinempfindlichkeit der Schichten hervor.

Die gänzliche Verschiedenheit des Verlaufs der Kurven *3* bis *5* unter sich und von der Kurve *2* führt im einzelnen Fall zu einer ganz verschiedenen Bewertung der Strahlung je nach ihrer Verteilung im Spektrum. Es ist deshalb klar, daß der Lichtstrom einer Lampe, d. h. die vom Auge bewertete Strahlung, kein Maß für die photographische Wirksamkeit darstellen kann. Um die Lichtleistung einer Lampe für die photographische Bewertung heranziehen zu können, hat man den Begriff der Aktinität eingeführt[2]). Die Aktinität ist definiert als das Verhältnis der zur Erzielung gleicher Schwärzung notwendigen Belichtungen (Lux-Sek.) für die Sensitometer-Normallichtquelle[3]) und die zu bewertende Lichtquelle, wobei das DIN-Sensitometersystem zugrunde gelegt ist, d. h. also, man bezieht die photographische Wirksamkeit eines Lichtes auf die einer Standardlichtquelle, die ihrerseits etwa dem Tageslicht entsprechen soll. Diese Aktinitätszahl ist natürlich nicht nur für verschiedene spektrale Energieverteilungen bei einer bestimmten spektralen Empfindlichkeit verschieden, sondern auch bei verschiedenen spektralen Empfindlichkeiten und einer bestimmten Energieverteilung im Spektrum. In der Zahlentafel 1[4]) auf Seite 620, H. 22 der ETZ, war eine Reihe von Werten zusammengestellt. Wenn man die dort angegebene Lichtausbeute mit der Aktinität multipliziert, so erhält man die in den drei letzten Spalten genannten Zahlen für die aktinischen Lichtausbeuten, die nun eine direkte Beurteilung der verschiedenen Lichtquellen hinsichtlich ihrer Strahlungseigenschaften für Aufnahmezwecke gestatten.



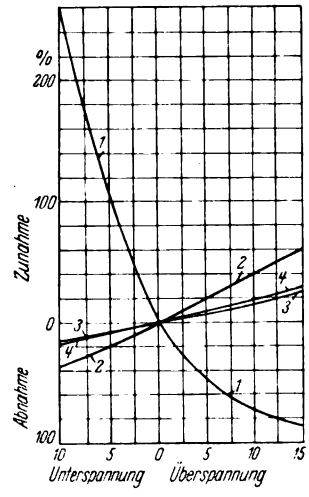
1 Spektrale Energieverteilung einer gasgefüllten Glühlampe von 25 Lm/W
2 Spektrale Hellempfindlichkeit des Auges
3 Spektrale Empfindlichkeit einer vorwiegend blau empfindlichen Schicht
4 Spektrale Empfindlichkeit einer orthochromatischen Schicht
5 Spektrale Empfindlichkeit einer panchromatischen Schicht

Abb. 1.

Die Zahlen der Tafel zeigen, daß die Einführung der panchromatischen Negative in die Phototechnik die Verwendbarkeit der Glühlampen stark gefördert hat. Sie zeigen ferner, daß auch beim panchromatischen Negativ mit seiner verhältnismäßig starken Rotsensibilisierung die Aktinität einer Lampe mit hoher Lichtausbeute noch wesentlich besser ist als die einer solchen mit geringer Lichtausbeute. Es ist dies darauf zurückzuführen, daß einerseits, wie auch die Kurve *5* in Abb. 1 zeigt, die Blauempfindlichkeit noch höher liegt als die Rotempfindlichkeit, und daß auf der anderen Seite die Lampen höherer Lichtausbeuten entsprechend ihrer höheren Leuchtkörpertemperatur ein weißeres Licht aussenden, d. h. ein Licht, bei dem das Verhältnis der schwächeren kurzwelligen Strahlung zur langwelligen zugunsten der kurzwelligen Strahlung verändert ist. Der Gewinn, der in der Zahl für die aktinische Lichtausbeute zum Ausdruck kommt, ist also ein doppelter.

Nun sind bekanntlich die Temperatur des Glühkörpers und die Lichtausbeute, die damit zusammenhängt, eng verknüpft mit der Lebensdauer der Lampe. Eine stärkere Belastung des Glühdrahtes bringt auf der einen Seite eine bessere Lichtausbeute, verringert aber anderseits wesentlich die Lebensdauer der Lampe. Der Zusammenhang ist aus der Darstellung in Abb. 2 zu ersehen. Dieses Schaubild gilt für eine gasgefüllte Lampe mit einer Lebensdauer von 300 h (z. B. eine Projektionsglühlampe). In der photographischen Beleuchtungstechnik, insbesondere der Filmtechnik, ist aber nicht nur der Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit der Lichterzeugung maßgebend, es spielen hier auch noch andere Faktoren eine wichtige Rolle. Den Filmaufnahmen liegen entsprechend der bewegten Handlung verhältnismäßig kurze Belichtungszeiten zugrunde, weshalb man trotz der hohen Empfindlichkeit des panchromatischen Filmes immerhin noch mit Beleuchtungsstärken von einigen tausend Lux zu rechnen hat. Diese hohen Beleuchtungstärken sind nicht nur auf einzelne Objektteile beschränkt, es sind vielmehr in der Regel größere Szenerien, oft ganze Straßenzüge u. dgl. mit künstlichem Licht auszuleuchten. Ferner ist zu berücksichtigen, daß neben der Allgemeinbeleuchtung große Aufwendungen für Beleuchtungseffekte (Gegenlicht, Spitzlichter u. dgl.) gemacht werden. Hierzu ist oft ein Vielfaches an Licht gegenüber der Allgemeinbeleuchtung notwendig. Hieraus ergibt sich, daß in den beleuchteten Szenerien große elektrische Energien umgesetzt werden, die, wenn die Umsetzung nicht mit möglichst hohem Wirkungsgrad erfolgt, zur Belästigung der Schauspieler und des übrigen Personals durch die Wärmeentwicklung führen. Höhere Lichtausbeute und gute Aktinität des Lichtes sind also Voraussetzungen für die Brauchbarkeit einer Lampe als Aufnahmelichtquelle.

In den Filmwerkstätten werden zur Zeit neben den Bogenlampen in erster Linie die sog. Projektionslampen in Einheiten von etwa 1000 bis 5000 W sowie die Nitraphotlampe (500 W) verwendet. Bei den Projektionslampen handelt es sich um gasgefüllte Glühlampen, bei denen die Wolframwendel mit Rücksicht auf die Verwendung in optischen Geräten gedrängt in einer Ebene angeordnet ist. Die mittlere Lebensdauer solcher Lampen beträgt 300 h, sie sind also höher belastet als die in der normalen Beleuchtungstechnik verwendeten Nitralampen mit einer mittleren Lebensdauer von 1000 h. Ihre Anwendung in den Filmwerkstätten erfolgt fast ausschließlich in Spiegelscheinwerfern, den sog. Aufhellern, die entweder mit einem flachen Parabolspiegel oder einem Streuspiegel (Reflektor mit parabolischer Grundform, zusammengesetzt aus einzelnen Planspiegelteilchen) ausgerüstet sind. Der gedrängt in einer Ebene angeordnete Leuchtkörper der Lampe gewährleistet in diesen Leuchten eine gute Konzentration des Lichtes und infolge seiner günstigen Lichtverteilung einen guten Leuchtewirkungsgrad. Die Nitra-



1 Lebensdauer *2* Lichtstrom
3 Elektrische Leistung
4 Lichtausbeute (Lm/W) einer gasgefüllten Glühlampe in Abhängigkeit von Über- und Unterspannung

Abb. 2.

[1]) Siehe hierzu Schmiesek, Die wichtigsten phototechnischen Eigenschaften von 32 Filmsorten des Handels, Z. techn. Physik 14 (1933) S. 284.

[2]) Siehe O. Reeb, Licht 5 (1935) S. 54. ETZ 56 (1935) H. 22, S. 619.

[3]) Vakuum Wolframlampe von 2360° Farbentemperatur in Verbindung mit dem Davis-Gibson-Filter, Farbentemperatur des gefilterten Lichtes 4800°.

[4]) s. Fußnote 2.

Digitized by Google

photlampe, eine für photographische Zwecke hergestellte Sonderlampe mit einer Lebensdauer von 100 h, wird im allgemeinen in diffusen Reflektoren (Emaille, Aluminium gebeizt oder aufgerauht u. dgl.) verwendet. Meist wird hierbei eine größere Anzahl von Lampen in einer Leuchte vereint. Der Zweck solcher Leuchten ist, eine allgemeine, möglichst schattenfreie Aufhellung zu geben, die dann von dem stärkeren und harten Licht der Scheinwerfer überlagert wird. Entsprechend der Verteilung der Leuchtung auf große Flächen ist bei diesen diffusen Leuchten im allgemeinen eine kleinere Lampeneinheit, wie sie die Nitraphotlampe darstellt, erforderlich.

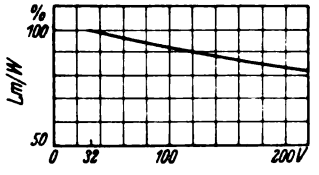


Abb. 3. Die Lichtausbeute einer gasgefüllten Glühlampe 3000 W in Abhängigkeit von der Lampenspannung.

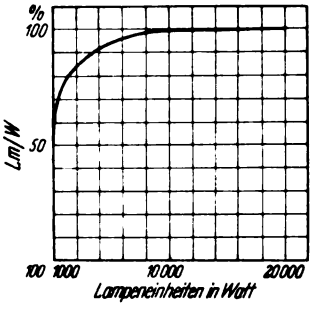


Abb. 4. Die Lichtausbeute einer gasgefüllten Glühlampe in Abhängigkeit von der Größe der Lampeneinheit.

Neben der höheren Belastung des Glühdrahtes, d. h. der Einstellung einer Lampe auf geringere Lebensdauer, gibt es bei den Glühlampen noch andere Mittel, um mit möglichst geringen elektrischen Leistungen hohe aktinische Lichtströme zu erreichen. Es ist hier zunächst die Wahl der Lampenspannung zu nennen. Bei bestimmter elektrischer Leistung ist die Stärke des Drahtes naturgemäß abhängig von der Höhe der Spannung, für die die Lampe hergestellt wird, d. h. Lampen für niedrige Spannungen erhalten entsprechend der höheren Stromstärke größere Drahtquerschnitte. Nun können dickdrähtige Wendeln unter Zugrundelegung gleicher Lebensdauer der Lampe auf höhere Temperaturen gebracht werden als solche mit kleineren Drahtquerschnitten. Hieraus ergibt sich dann ein besserer optischer und aktinischer Wirkungsgrad der Strahlung, d. h. es wird sowohl die photometrische als auch die aktinische Lichtausbeute höher. Der Grund für die höhere Belastbarkeit dicker Drähte ist in den prozentual geringeren Drahtfehlern zu suchen. Jede Glühlampe trägt in kleinen Ungleichmäßigkeiten der Drahtdicke den Keim ihres natürlichen Todes in sich. Diese verjüngten Stellen werden mit höherer Stromdichte belastet und gelangen dann auf höhere Temperaturen als die benachbarten Stellen, was zu einer schnelleren Verdampfung des Drahtes führt. Die verjüngten Stellen schnüren sich also immer mehr ein, bis schließlich an der geschwächten Stelle ein Drahtbruch und damit das Ende der Lampe eintritt. In der Abb. 3 wird auf Grund praktischer Zahlen die Abhängigkeit der Lichtausbeute von der Spannung für eine Projektionslampe von 3000 W gezeigt. Hierbei ist die Lichtausbeute für 32 V = 100 % gesetzt. Zu dieser Kurve ist zu bemerken, daß sie für noch kleinere Spannungen noch weiter ansteigt, aber dann bei sehr niedrigen Spannungen infolge der Wärmeverluste durch Ableitung an den Elektroden der Lampe wieder abfällt. Für kleinere Lampeneinheiten ist der Abfall der Leuchtdichte für höhere Spannungen größer. Dagegen verläuft die Kurve für noch größere Einheiten flacher.

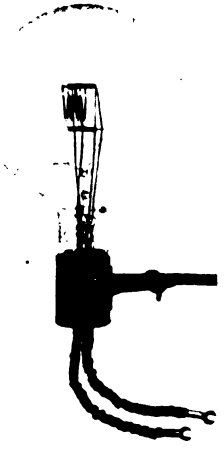


Abb. 5. Projektionslampe 3000 W.

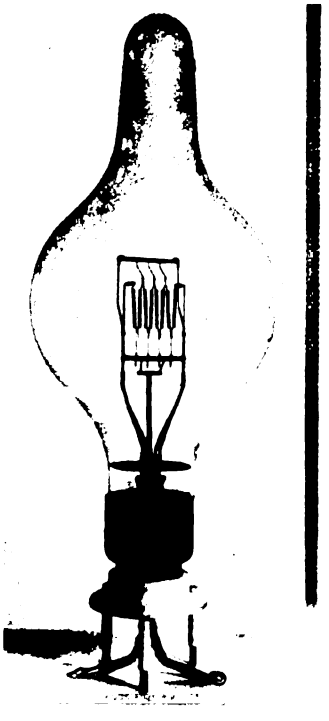
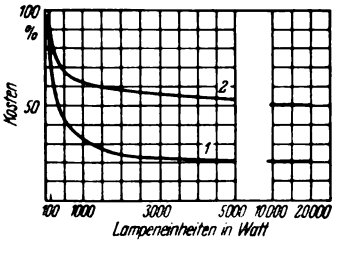


Abb. 6. Projektionslampe 20 000 W.

Die Verwendung dickdrähtiger Lampen, d. h. Lampen für niedrige Spannung, hat in den rauhen Betrieben der Filmwerkstätten noch den weiteren großen Vorteil, daß die Lampen durch Erschütterungen weniger gefährdet werden, denn es kann bei dünndrähtigen Wendeln viel leichter vorkommen, daß durch Stöße der brennenden Lampe sich die verhältnismäßig eng gestellten Wendelschenkel berühren und Kurzschluß einzelner Wendelteile verursachen.

Der günstige Einfluß der dicken Drähte auf die Lichtausbeute der Lampen macht sich auch bei großen Lampeneinheiten bemerkbar. In der Abb. 4 ist wieder auf Grund praktischer Werte die Abhängigkeit der Lichtausbeute von der Größe der Lampeneinheit angegeben. Die Kurve gilt für Projektionslampen für 110 V mit einer Lebensdauer von 300 h. Es ist ersichtlich, daß das Maximum der Lichtausbeute erst bei einer Einheit von etwa 10 000 W erreicht wird. Gerade in der Filmtechnik, wo es auf die Erzeugung großer Lichtmengen innerhalb eines kleinen Raumes unter möglichst geringer Wärmeentwicklung ankommt, müßte man also darauf bedacht sein, soweit es die Verteilung des Lichtes im Raume zuläßt, mit großen und größten Lampeneinheiten zu arbeiten. Hinsichtlich der Herstellung solcher Glühlampeneinheiten, die höchste Lichtausbeuten bieten, bestehen für den Lampenhersteller keine besonderen Schwierigkeiten (Abb. 5 und 6); es ist ja bekanntlich gelungen, Lampeneinheiten von 50 000 W zu bauen[5]).

Auch in preislicher Hinsicht stellen sich große Lampeneinheiten günstiger. Je größer die Lichtausbeute einer Lampe ist, desto geringer ist die zur Erzeugung einer bestimmten Lichtmenge erforderliche elektrische Energie und desto geringer sind dementsprechend die Stromkosten. Die Kurve *1* in Abb. 7 zeigt die Abhängigkeit der Stromkosten von der Größe der Lampeneinheit unter Zugrundelegung der Lichtausbeutekurve in Abb. 4. Der Wert für die 100 W-Einheit ist hierbei mit 100 % angesetzt. Ähnlich wie die Stromkosten verhalten sich die Lampenanschaffungs- bzw. ersatzkosten. Wie die Kurve *2* in Abb. 7 zeigt, die auf Grund der normalen Projektionslampenpreise und der Lichtausbeuten dieser Lampen aufgestellt ist, wird auch hier das Kostenminimum für eine bestimmte zu erzeugende Lichtmenge erst bei Einheiten von etwa 10 000 W erreicht.



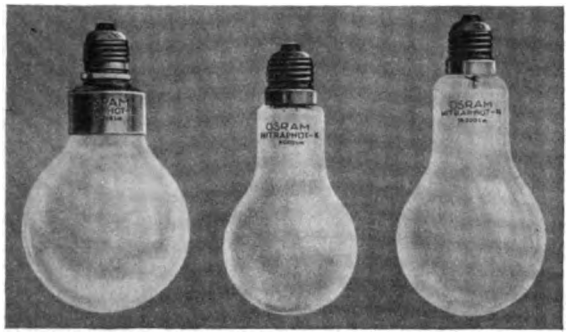
1 Lampenanschaffungs- bzw. Ersatzkosten
2 Stromkosten für die Erzeugung einer bestimmten Lichtmenge in Abhängigkeit von der Größe der Lampeneinheit

Abb. 7.

Die vorstehend für die Filmwerkstätten aufgeführten Gesichtspunkte gelten in beschränktem Umfang auch für die Werkstätten der Berufsphotographen. Auch hier ist man im allgemeinen bemüht, mit möglichst geringen elektrischen Leistungen auszukommen. Das Ausmaß der aufzuwendenden Leistungen ist entsprechend der weniger starken Einschränkung hinsichtlich der Länge der Belichtungszeit und den kleineren Ausmaßen des auszuleuchten-

[5]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 532.

Digitized by Google



Type B Type K Type N

Type B: 500 W, Lebensdauer 100 h Type K: 200 W, Lebensdauer 8 h
Type N: 500 W, Lebensdauer 2 h

Abb. 8. Nitraphotlampen.

den Raumes in der Stillstandsphotographie geringer als bei den Filmaufnahmen. Die Technik der Beleuchtung, d. h. die Verteilung des Lichtes im Raume, verlangt auch hier im allgemeinen das Arbeiten mit mehreren Einheiten. Es sind deshalb in den Photowerkstätten weniger große Einheiten üblich. Vorzugsweise werden die Nitraphotlampe B (500 W) und Projektionslampen bis zu 2000 W verwendet (Abb. 8).

In der Liebhaberphotographie spielt die Anschließbarkeit der Aufnahmelampen an die gewöhnlichen Lichtsteckdosen eine ausschlaggebende Rolle. Einheiten von mehr als 500 W kommen deshalb für diesen Zweig der Photographie im allgemeinen nicht in Frage, das bedeutet, daß man, wenn man mit kurzen Belichtungszeiten arbeiten will und nicht sehr lichtstarke Objektive zur Verfügung hat, aus der gegebenen elektrischen Leistung so viel Licht wie möglich herausholen muß. Die Lebensdauer der Lampe spielt dagegen entsprechend der geringeren Benutzungsdauer keine allzu große Rolle. Lampen höherer Lichtausbeute und entsprechend kürzerer Lebensdauer sind also hierfür geeignet. Während man bisher auch in der Liebhaberphotographie vorzugsweise die Nitraphotlampe B verwendete, scheint neuerdings die Entwicklung allgemein mehr nach der Anwendung von Lampen mit noch wesentlich kürzerer Lebensdauer (2 h), dafür aber sehr hoher Lichtausbeute zu drängen (Abb. 8).

Masselose eisenkapselte Hochspannungsschaltanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung von Wasserschaltern*).

Von Obering. **Fritz Andorff**, Mannheim.

Übersicht. Die Vorzüge eisengekapselter Hochspannungsschaltanlagen für Betriebe jeder Art in bezug auf Raumbedarf und Sicherheit werden dargelegt und durch eine kurze Beschreibung des Aufbaues und der Bedienungsweise näher erläutert. Der Schluß enthält einen kurzen Hinweis auf eine ausgeführte Anlage.

Bekanntlich besteht die Eigenart der gekapselten Hochspannungsanlagen darin, ihre spannungführenden Teile, nämlich ihre Leitungen und Apparate, vollkommen berührungsicher mit einer schützenden Hülle zu umgeben und im Zusammenhang damit diejenigen Anlageteile, die öfters der Nachprüfung bedürfen, ausfahrbar oder ausziehbar zu gestalten.

Die hauptsächlichsten Anforderungen, die an gekapselte Schaltanlagen gestellt werden, sind:

a) geringster Raumbedarf;
b) unbedingter Schutz des Bedienungspersonals gegen Berührung spannungführender Teile und Schutz gegen Bedienungsfehler;
c) Sicherheit gegen Fremdeinflüsse sowie gegen Explosion und Feuer.

In sehr vielen Fällen ist der entscheidende Grund für die Verwendung gekapselter Schaltgeräte ihr geringer Raumbedarf im Verhältnis zu den offenen Schaltanlagen. In Industriebetrieben jeder Art, in Hüttenwerken, Bergwerken usw. ist der elektrische Betrieb eine Hilfseinrichtung, deren einzelne Teile zugunsten des Hauptbetriebes möglichst wenig Raum einnehmen sollten. Auch in großstädtischen Stromversorgungsanlagen ermöglicht es vielfach erst das gekapselte Schaltmaterial, die Anlagen in dem Schwerpunkt des Verbrauchs zu errichten. Es kann der Raum unter Straßen und Plätzen, in Untergrundbahntunnels, auf für andere Verwendungszwecke zu klein geschnittenen Grundstücken und in niedrigen Kellern von Häusern ausgenutzt werden. Die völlige Kapselung gewährt dem Bedienungspersonal außerordentlich hohen Schutz gegen zufällige Berührung spannungführender Teile, auch im ausgefahrenen Zustande des Leistungsschalters durch selbsttätig wirkende Abdeckhauben. Bedienungsfehler werden durch kräftige mechanische Verriegelungen für Trenn- und Leistungschalter vermieden. Ein weiterer sehr wichtiger Vorteil des gekapselten Materials gegenüber den offenen Anlagen ist in seiner Sicherheit gegen Fremdeinflüsse zu sehen. Durch die vollkommene Kapselung der spannungführenden Teile werden Feuchtigkeit, Staub, chemische Dämpfe, Qualm sowie Ratten, Vögel u. dgl. von den empfindlichen Teilen der Anlage ferngehalten. Das Material wird durch diese Eigenschaft besonders wertvoll für staubige, schwere Betriebe und für die chemische Industrie.

Bei der eng zusammengedrängten Bauart des gekapselten Materials, bei seiner Verwendung in bewohnten Gebäuden oder in deren Nähe, in Fabrikationshallen oder dgl. muß die größte Sicherheit gegen Explosion und Feuer gewährleistet sein. Wenn auch das bisherige auf dem in- und ausländischen Markt befindliche mit Isoliermasse gefüllte gekapselte Material mit größten Sicherheiten durch reichliche Auslegung des Kupfers, gute Sicherung der Schrauben, große Kriechwege usw. gebaut ist, so konnten Explosionen und Brände doch nicht ganz verhindert werden. Deshalb vermeidet der hier beschriebene Aufbau die brennbare und explosible Isoliermasse vollkommen, ohne die äußeren Abmessungen der gekap-

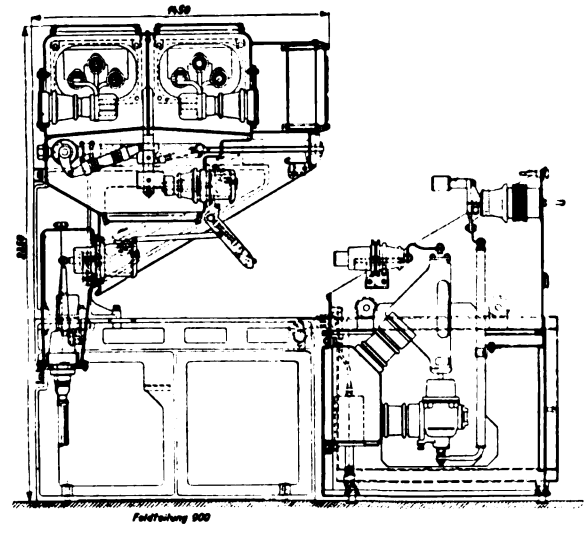


Abb. 1. Gekapseltes 10 kV-Schaltfeld mit Doppelsammelschienen und Wasserschalter.

*) Vortrag, gehalten am 22. 1. 1935 im Elektrotechnischen Verein. Besprechung auf S. 658 dieses Heftes.

Digitized by Google

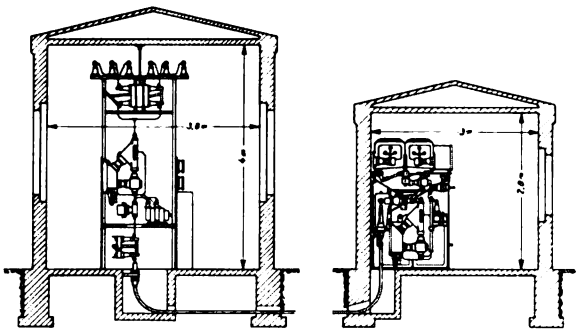


Abb. 2. Vergleich des Raumbedarfs einer offenen und einer eisengekapselten Hochspannungschaltanlage.

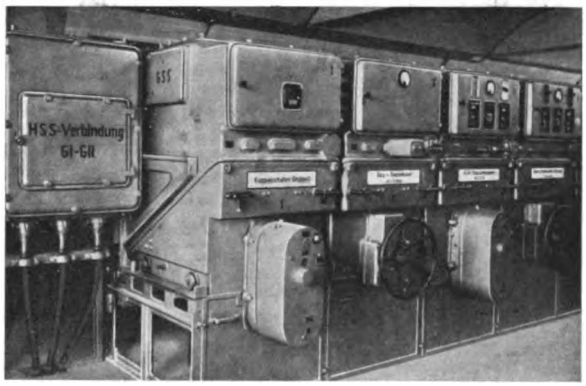


Abb. 3. Eisengekapselte Hochspannungschaltanlage im Stützpunkt Oberspree der BEWAG.

selten Schaltfelder gegenüber den massegefüllten Konstruktionen zu vergrößern. Werden außerdem für diese masselosen Schaltfelder öllose Leistungschalter, z. B. Wasserschalter und Trockenwandler, für die erforderlichen Auslöse- und Meßzwecke verwendet, so erreichen solche Anlagen in jeder Beziehung den höchsten Grad der Sicherheit.

Bei der in Abb. 1 dargestellten Anlage enthält der feststehende Teil die Sammelschienen, die mit Isolierrohren aus keramischem Werkstoff umgeben sind, und den Sammelschienen-Trennumschalter. Beide Sammelschienensysteme sind durch Isolierwände in Kammern unterteilt. Jede Kammer ist durch reichlich große, mit Deckeln versehene Öffnungen im Gußgehäuse von oben gut zugänglich, und es können von dort die Sammelschienen aus- und eingebaut werden. Die Sammelschienen-Trennumschalter werden mit einer aufsteckbaren Kurbel von außen betätigt. Sie können sowohl für eine Umschaltung mit als auch ohne Betriebsunterbrechung und mit Ausschaltstellung vorgesehen werden. Durch eine mechanische Anzeigevorrichtung wird die Schaltstellung jedes einzelnen Trennmessers sowie diejenige des benutzten Sammelschienensystems auf der Vorderseite des Feldes unmittelbar angezeigt. Zum feststehenden Teil gehört auch der vom Hochspannungsteil getrennte Instrumentenkasten. Der ausfahrbare Teil ist von dem feststehenden räumlich getrennt, so daß irgendwelche Dämpfe und Gase, die beim Schalten entstehen, nicht in den Sammelschienen- und Trennschalterraum eindringen können. Der fahrbare Teil enthält den Leistungschalter, im hier gezeigten Fall einen Wasserschalter mit Druckluftantrieb, wobei der Anschluß und die Lösung der Druckluftleitungen selbsttätig durch das Ein- und Ausfahren mittels eines Konussteckers erfolgt. Ferner sind in dem ausfahrbaren Teil die erforderlichen Strom- und Spannungswandler enthalten. Selbsttätig wirkende Klappen sorgen dafür, daß ein vollkommener Abschluß aller spannungführenden Teile auch bei ausgefahrenem Leistungschalter gewährleistet ist.

Die Schaltfelder mit Einfachsammelschienen entsprechen, abgesehen vom Sammelschienen- und Trennschalterraum, in ihrer Bauart genau den Feldern mit Doppelsammelschienen, so daß der ausfahrbare Teil bei beiden Systemen der gleiche ist.

Da mit Schwitzwasser im Innern der Schaltfelder, besonders bei Aufstellung im Freien, gerechnet werden muß, so wurde ganz allgemein auf die Ausbildung der Isolatoren aus keramischem Werkstoff größte Sorgfalt durch Vorsehen reichlicher Kriechstrecken gelegt. Infolgedessen liegt auch die Überschlagspannung bei Betriebsfrequenz auch in feuchtem Zustand noch hoch, z. B. bei den 10 kV-Geräten bei etwa 45 bis 48 kV.

Abb. 2 zeigt einen Vergleich zwischen einer Schaltanlage in offener, normaler Zellenbauweise und einer gekapselten Ausführung. Hiernach ist der Raumbedarf der gekapselten Schaltanlage etwa 50 % und die Grundfläche etwa 25 bis 30 % kleiner als bei der offenen Anlage. Eine Teilansicht einer 36feldrigen Verteilungschaltanlage mit Doppelsammelschienen und Ölschaltern zeigt Abb. 3. Mit Wasserschaltern ergibt sich die gleiche Anordnung. Die Anlage, Abb. 3, wurde im vergangenen Jahre für die BEWAG für Stützpunkt Oberspree erstellt und im Monat Oktober dem Betrieb übergeben. Sie enthält die notwendigen Schaltfelder für alle Schaltungen, die der Betrieb einer größeren Verteilungsanlage erfordert, wie z. B. Zu- und Ableitungsfelder, sowie Meß- und Sammelschienen-Kuppelfelder. Für die Verbindung der in Gruppen unterteilten Anlage sind besondere Sammelschienen-Verbindungskasten mit Trennschaltern vorhanden.

Als besonderes Merkmal dieser Anlage seien noch die Sammelschienen-Trennumschalter erwähnt, die sowohl mit als auch ohne Betriebsunterbrechung geschaltet werden können.

Die Rundfunkempfänger-Entwicklung im Verbande der Gesamtentwicklung der Nachrichtentechnik.

Von **F. Troeltsch** und **A. Schöne**, Berlin.

Übersicht. Ein Laboratorium, das Rundfunkgeräte entwickelt, sieht sich einer außerordentlich vielseitigen Aufgabe gegenüber, und es ist reizvoll, dieser Vielseitigkeit einmal einige Bemerkungen zu widmen.

Das Rundfunklaboratorium muß Einzelteile und ganze Rundfunkempfänger entwickeln. Durch die Einzelteile ist die Entwicklung der Rundfunkempfänger mit der Entwicklung anderer Geräte der Nachrichtentechnik sehr eng verflochten. Viele Einzelteile, wie Röhren, Spulen, Kondensatoren, Schalter usw., werden gleichartig hier wie dort verwendet, und so wird das Rundfunklaboratorium immer zu prüfen haben, ob es eine vorliegende Aufgabe nicht einfach mit den schon für andere Zwecke entwickelten Teilen lösen kann. Geht das nicht, sind also neue Teile zu schaffen, so können sie oft in enger Anlehnung an vorhandene Teile entwickelt werden, und es muß Aufgabe des Rundfunklaboratoriums sein, eine zweite Dienststelle, die mit dem Bau von Einzelteilen für andere Zwecke große Erfahrungen gesammelt hat, zu veranlassen, ihre Tätigkeit auch auf Rundfunkgeräteteile auszudehnen. Die Eisenspule diene als Beispiel. Die Fernsprechtechniker beschäftigen sich seit Jahren mit der Verbesserung der Eisenpulverkerne, die sie für ihre Pupinspulen brauchen, und haben Verfahren entwickelt, die Wirbelstromverluste immer mehr zu verringern. So entstanden Eisenkerne von einer auch im Gebiet der Rundfunkfrequenzen hohen Güte. Da nun die Rundfunktechnik langjährige Erfahrungen im Aufbau kapazitätsarmer, verlustfreier und konstanter Wicklungen beisteuern konnte, so entstanden durch die Zusammenarbeit gute Rundfunkspulen.

Ein solches Vorgehen ist besonders dann angebracht, wenn Einzelteile schon aus anderen Gründen in einer solchen Richtung entwickelt werden, daß sie zugleich für die

Digitized by Google

Rundfunktechnik brauchbar sind. Hierbei ist es die Tätigkeit des Rundfunklaboratoriums, den anderen Entwicklungsstellen seine Hochfrequenzerfahrungen zu übermitteln und durch ein Pflichtenheft, welches alle wesentlichen Eigenschaften in vernünftiger Weise eingrenzt, die Entwicklung von vornherein in die richtigen Bahnen zu lenken.

In vielen Fällen wäre die Übertragung der Hochfrequenzerfahrungen auf andere Dienststellen die größere Arbeit; dann ist es zweckmäßig, umgekehrt die Werkstofferfahrungen dieser Stellen dem Rundfunklaboratorium zu übermitteln und in ihm Einzelteile zu entwickeln. Der Mehrgang-Drehkondensator ist ein Beispiel für einen Empfängerteil, der fast ausschließlich durch die Forderungen und Erfahrungen der Rundfunktechnik bestimmt ist. Die für ihn geforderte elektrische Güte für Hochfrequenzen, Konstanz gegen Zeit und Temperatur, Genauigkeit des Gleichlaufs der einzelnen Kondensatorpakete, Umfang, Gewicht und vor allem der Preis kommen gerade in dieser Wertekombination an keiner anderen Stelle der Nachrichtentechnik vor.

Um diese Aufgaben zu bewältigen, muß im Rundfunklaboratorium gemessen und gerechnet werden. Von seinen Ingenieuren wird ebenso sehr experimentelle wie theoretische Begabung gefordert. Um die Verflechtung des Rundfunklaboratoriums mit den Laboratorien der übrigen Nachrichtentechnik zu unterstützen, hat man die Hochfrequenzmeßtechnik auf der Niederfrequenzmeßtechnik aufgebaut, d. h. man hat die Anschauungen und Methoden der Niederfrequenzmeßtechnik auf das Gebiet der Rundfunkfrequenzen und neuerdings auch auf das Gebiet der Kurzwellen ausgedehnt. Damit wurde erreicht, daß die Ingenieure ihre Geräte in den verschiedenen Laboratorien nach denselben Gütemaßen bewerten, ihre Ergebnisse in gleicher Weise darstellen, dieselben Ausdrücke gebrauchen und dieselben Grundwerte auswendig wissen, die sie als Handwerkzeug bei allen Messungen und Rechnungen verwenden (z. B. die Neperskala und die db-Skala).

Die Entwicklung der Hochfrequenzmeßgeräte aus der Niederfrequenztechnik heraus hat sich auch von der Fernsprechtechnik her außerordentlich bewährt; denn die Fernsprechtechniker haben in den letzten Jahren zur Übertragung von Nachrichten auf Freileitungen und Kabeln immer höhere Frequenzen herangezogen, und die so entstandene Trägerfrequenztechnik kann sich nun umgekehrt für ihre Zwecke mühelos der ursprünglich für die Rundfunktechnik entwickelten Hochfrequenzmeßgeräte bedienen.

Wie die Meßtechnik, so wurde auch die Theorie der Rundfunkempfänger möglichst eng an die Theorie der Niederfrequenz-Nachrichtentechnik angeschlossen. Der neuzeitliche Rundfunkempfänger enthält Bandfilter. Man kann bekanntlich die Theorie der Bandfilter ebenso gut auf die Theorie der lose gekoppelten Schwingkreise wie auf die Theorie der Vierpole gründen. Für die Niederfrequenztechnik ist die Anknüpfung an die Vierpoltheorie das Gegebene; deshalb haben wir uns entschlossen, auch im Hochfrequenzgebiet diese Theorie und damit die Leitungstheorie zu benutzen. Damit gewinnt man, zumal da auf dem Gebiete der ultrakurzen Wellen die Lecherdrähte und die koaxialen Leitungen ebenfalls leitungstheoretisch behandelt werden können, eine einheitliche, geschlossene Darstellung im ganzen großen Bereich der technisch verwendeten Frequenzen.

Fernsprechtechnik und Rundfunk haben die gleiche Grundaufgabe, nämlich ein Sende-Schallfeld in einer großen Entfernung klanggetreu und unverkürzt als Hör-Schallfeld wiederzugeben. Ohne genaue Kenntnis aller physikalischen und physiologischen Einzelheiten dieses Grundvorganges ist weder dem Fernsprechingenieur noch dem Rundfunkingenieur eine vernünftige, d. h. ausreichende und wirtschaftliche Lösung seiner Aufgabe möglich. Das Rundfunklaboratorium hat sich deshalb auch mit den Fragen der physikalischen und physiologischen Akustik zu beschäftigen und die Hörbarkeit von Klangverzerrungen zu erforschen. Alle Ergebnisse dieser Arbeit kommen beiden Gebieten zugute. Vor einigen Jahren hat man untersucht, inwieweit die nichtlinearen Verzerrungen hörbar sind, ist dabei auf ihre außerordentlich große Schädlichkeit aufmerksam geworden und hat nun sowohl in der Fernsprechtechnik als auch im Rundfunkgerätebau den Kampf gegen sie aufgenommen. Es ist z. Z. eine der Hauptaufgaben der Rundfunklaboratorien, die nichtlinearen Verzerrungen in allen Röhren, bei der Modulation und Demodulation, im Eisen der Niederfrequenzübertrager und im Lautsprecher herabzusetzen, wobei nicht nur die Güte der Einzelteile, sondern auch ihr Zusammenbau im vollständigen Empfänger von größtem Einfluß ist.

Die Entwicklung der Rundfunk*empfänger* führt im Gegensatz zu der Entwicklung von *Einzelteilen* das Rundfunklaboratorium kaum noch mit den Laboratorien der übrigen Nachrichtentechnik zusammen. Der Kreis der hier zusammenarbeitenden Stellen ist der Vertrieb, der die Wünsche der Kundschaft kennt, die Fabrikleitung, die die wirtschaftlichsten Arbeitsverfahren in der Massenherstellung kennt, und das Konstruktionsbüro, das sich mit dem Laboratorium zusammen bemüht, den technisch besten Mittelweg zwischen Billigkeit und Güte zu finden. In diesem Bereich seiner Tätigkeit wird vom Rundfunklaboratorium ein ungewöhnliches Maß von Selbstkritik verlangt. Ein Wunsch des Vertriebes oder der Fabrik kann in der Regel auf einer ganzen Reihe von Wegen erfüllt werden; das Rundfunklaboratorium hat nicht die eleganteste, sondern die sicherste Lösung auszuwählen, da jedes gewagte Experiment in einer Auflage von Zehntausenden von Stück gemacht würde. Das Laboratorium muß weiter unter den verschiedenen Lösungen diejenigen wählen, bei denen der Fabrikation dort, wo Genauigkeit teuer ist, die größten Ungenauigkeiten beim Bau erlaubt sind, und bei denen nur dort große Genauigkeit von ihr gefordert wird, wo sie unumgänglich nötig oder billig ist.

Die Erwärmung von Kontakten in Hochleistungschaltern durch Kurzschlußströme*).

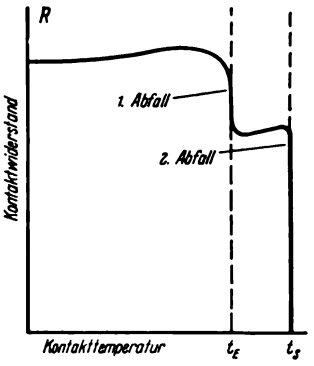
Nach L. Binder[1]) und R. Holm[2]) erfolgt der Stromübergang von Kontakt zu Kontakt an mehr oder weniger vielen, im Verhältnis zur Gesamtkontaktfläche sehr kleinen Teilflächen. An diesen Übergangstellen erfahren die elektrischen Strömungslinien eine starke Einschnürung, die eine Verlängerung der Stromlinienbahnen und dadurch eine erhebliche Erhöhung des Übergangswiderstandes bedingt. Der Übergangswiderstand an reinen Kontaktflächen ist im allgemeinen metallischer Natur, d. h. die kleinsten den Stromübergang bewirkenden metallischen Teilflächen liegen bei genügend starkem Druck unmittelbar ohne irgendwelche Zwischenschichten aufeinander. Der Übergangswiderstand an der reinen Metalloberfläche ist daher gegenüber dem gesamten Kontaktwiderstand sehr klein[3]), so daß gefolgert werden kann, daß der Kontaktwiderstand in der Hauptsache ein Ausbreitungswiderstand oder nach R. Holm ein Siebwiderstand ist, der auf der vorerwähnten Einschnürung der Stromlinien an den Übergangstellen beruht. Bei Erwärmung des Kontaktes (Kontaktdruck = konst.), z. B. bei Cu auf 140° bis 250° C, vergrößert sich wegen der bei diesen Temperaturen beginnenden Entfestigung des Stoffes die Zahl und die Fläche der kleinsten Stromübergangsstellen. Der Kontaktwiderstand nimmt dadurch, wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, erheblich ab. Bei noch weiterer Steigerung der Kontakttemperatur erfolgt in der Nähe der Schmelztemperatur ein zweiter Abfall des Kontaktwiderstandes auf einen etwa der spezifischen Leitfähigkeit des Kontaktmetalles entsprechenden sehr kleinen Wert.

Ausgehend von den Erfahrungen der in den Versuchsfeldern von Brown, Boveri & Cie. durchgeführten Hochstromversuche, wobei Kontakte durch den bloßen Stromdurchgang nie zum Schweißen gebracht wurden, unternimmt W. Wanger in einer längeren Arbeit den Ver-

*) W. Wanger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 432.
[1]) Elektrotechn. u. Maschinenb. 30 (1912) S. 781.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 537; Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 7 (1929) S. 217.
[3]) H. Kamerlingk-Onnes, Comm. Leiden Nr. 141b (1914) S. 118 und Charpentier, Bull. Soc. franç. Électr. 7 (1927) S. 268.

Digitized by Google

such, diese Erfahrungstatsache mathematisch zu verfolgen. Er geht von der zutreffenden Annahme aus, daß bei Belastung von Kontakten mit hohen Strömen, z. B. Kurzschlußströmen, in unmittelbarer Nähe der Berührungsstellen, wo infolge der Stromeinschnürung eine verhältnismäßig hohe Stromdichte herrscht, höhere Temperaturen entstehen als in den anderen Teilen des Kontaktes, in denen der Strom gleichmäßig über den ganzen Querschnitt verteilt ist. An der Berührungsfläche selbst, an der ein rein metallischer Kontakt angenommen wird und daher auch nur ein sehr geringer Widerstand besteht, wird keine Wärme entwickelt. Es kann also auch kein Wärmefluß von Kontakt zu Kontakt entstehen; die Wärme strömt vielmehr von der Berührungsfläche aus nach beiden Seiten in die kälteren Teile des Kontaktstückes. Die von den Kontakten an die Umgebung abgegebene Wärmemenge ist wegen der kurzen Zeit, während der Schaltgeräte durch einen Kurzschlußstrom belastet sind, vernachlässigbar klein. Um bei der Berechnung der längs der Stromlinienbahnen erzeugten, fortgeleiteten und aufgespeicherten Wärmemengen auf einfache Beziehungen zu kommen, ist der Rechnung die Annahme einer halbkugeligen Quellfläche zugrunde gelegt, wie dies schon früher von Schottky[4]), R. Holm[5]) und L. Binder[6]) durchgeführt wurde.



t_E Entfestigungstemperatur
t_S Schmelztemperatur

Abb. 1.

Der Verfasser berechnet nun in bekannter Weise die längs den Strömungslinien bei Belastung des Kontaktes mit Gleichstrom entstehende Erwärmung, wobei er voraussetzt, daß das Strömungsbild für die Wärme dasselbe ist wie für den elektrischen Strom[7]). Die für den Verlauf der Temperatur in den einzelnen Teilen des Kontaktes gefundene Endbeziehung besagt, daß bei hoher Strombelastung eines Kontaktes die Temperatur in und in der Nähe der Quellfläche sehr rasch entsprechend $i^2 t$ ansteigt und verhältnismäßig hohe Werte annimmt. Erst nach einiger Zeit stellt sich nach Maßgabe der vorhandenen Abflußmöglichkeiten ein Wärmeabfluß in die unmittelbar angrenzenden Kontaktteile und Leiterstücke ein, wodurch ein weiterer Anstieg der Temperatur an der Berührungsstelle verhindert wird. Nach Abklingen des Ausgleichvorganges ergibt sich über dem Kontakt eine gewisse, nur mit der Belastungszeit sich ändernde stationäre Temperaturverteilung. Die angenäherte höchste, unmittelbar nach Abklingen des Ausgleichsvorganges sich einstellende Temperatur ϑ_m an der heißesten Kontaktstelle ergibt sich in Übereinstimmung mit einer von L. Binder[8]) verwendeten Formel zu

$$\vartheta_m = \frac{I^2}{8\,\pi^2\,k\,\lambda\,a^2}$$

worin I der Gesamtstrom, k die spezifische Wärmeleitfähigkeit und a der Radius der halbkugeligen Quellfläche ist.

Bei Wechselstrom, bei dem die Wärmeentwicklung mit der doppelten Frequenz des Stromes schwankt, hat der Verfasser wegen der hierbei zu erwartenden unübersichtlichen Reihen auf eine mathematische Behandlung der Erwärmungsvorgänge verzichtet. Er berechnet zunächst die Zeitkonstante T des Ausgleichvorganges an der Quellfläche aus der bereits von L. Binder angegebenen Beziehung:

$$T = \frac{a^2\,\gamma\,c}{2\,k}.$$

Die Größenordnung dieser Zeitkonstante ergibt sich für praktisch mögliche Berührungsflächen zu 10^{-4} bis 10^{-3} s. Da diese Zeiten um 1 bis 2 Größenordnungen kleiner sind als die Halbperiode des technischen Wechselstromes, zieht der Verfasser den Schluß, daß die Erwärmung an der heißesten Stelle des Kontaktes, nämlich an der Berührungsfläche, fast trägheitslos den Schwankungen des Wechselstromes folgt. Die höchste Temperatur wird daher in dem Zeitpunkt auftreten, wo der Strom seinen Scheitelwert erreicht, weshalb in die Formel für die Höchsttemperatur ϑ_m an der heißesten Kontaktstelle der Scheitelwert des höchstmöglichen Stoßkurzschlußstromes einzusetzen ist.

Das Ergebnis eines durchgeführten Berechnungsbeispieles zeigt, daß kurz nach dem Einsetzen der Kurzschlußbelastung die Berührungsfläche beinahe die Schmelztemperatur (1083 ° C) erreicht, während die weiter entfernt liegenden Kontaktteile noch kaum erwärmt sind. Bei größeren Stoßkurzschlußströmen als im Berechnungsbeispiel angenommen würde also die Berührungsfläche zum Schmelzen gebracht und bei der nachfolgenden Abkühlungsperiode zusammenschweißen. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß es im Schalterbau in der Regel üblich ist, die Stromleitung auf mehrere Kontakte zu verteilen, und daß ferner, wie eingangs erwähnt, bereits bei niedrigeren Temperaturen infolge Entfestigung des Kontaktmetalles eine Vergrößerung der Berührungsfläche erfolgt. Der Verfasser zieht daher die Schlußfolgerung, daß ein Verschweißen von Kontakten nicht eintreten kann, wenn durch elektrodynamische Kräfte und Prellung der Kontaktdruck nicht unzulässig verringert wird oder die Kontakte abgehoben werden[9]). Für die geringe Wahrscheinlichkeit des Verschweißens von Kontakten beim bloßen Stromdurchgang spricht auch das Ergebnis einer leicht durchführbaren Berechnung der Kupfermenge, die bei Strombelastung eines Kontaktes mit einem bestimmten Übergangswiderstand unter Vernachlässigung der Wärmeabgabe geschmolzen wird. Bezeichnet I den Gesamtstrom, $R_{\ddot{u}}$ den Kontaktwiderstand, t die Belastungszeit, t_s die Schmelztemperatur von Cu (1083 ° C), c die spezifische

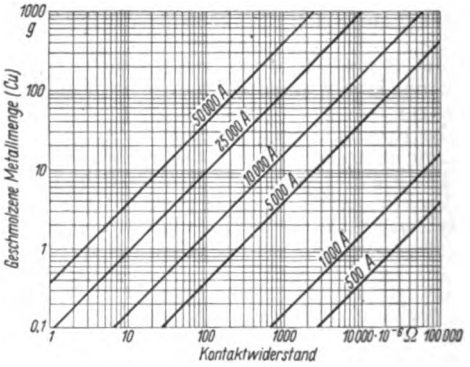


Abb. 2.

Wärme von Cu bei 100 ° C und l die Schmelzwärme von Cu, so berechnet sich die geschmolzene Kupfermenge G_s zu

$$G_s = 0{,}24\,I^2\,t\,\frac{R_{\ddot{u}}}{(t_s + c) + l}.$$

Abb. 2 zeigt die für verschiedene Stromstärken und eine Belastungszeit $t = 0{,}1$ s berechneten geschmolzenen Kupfermengen in Abhängigkeit von der Höhe des Kontaktwiderstandes. Man erkennt daraus, daß bei normalen Kontaktwiderständen[10]) die geschmolzene Kupfermenge zu klein ist, um eine derart festhaftende Schweißstelle zu schaffen, daß dadurch die Trennung der Kontakte bei Auslösung des Schalters verhindert wird. *Mzr.*

[4]) Z. Physik 14 (1923) S. 95.

[5]) Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 7 (1929) S. 222.

[6]) ETZ 53 (1932) S. 1244.

[7]) Ein auf der Ähnlichkeit zwischen dem Wärmeleitungsproblem und dem elektrostatischen Problem gegründeter interessanter Beweis der Richtigkeit der gemachten Voraussetzung ist von R. Holm in seiner unter [5]) genannten Arbeit durchgeführt worden.

[8]) ETZ 53 (1932) S. 1244.

[9]) F. Kesselring, ETZ 50 (1929) S. 1007.

[10]) Vgl. Bild 12a bei R. Holm, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 7 (1929) S. 248.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Gerät zum gefahrlosen Durchschneiden von Hochspannungskabeln. — Beim Schneiden von Kabeln soll sich der Arbeitende nach den Verbandsvorschriften zunächst vergewissern, ob er das richtige Kabel vor sich hat. Erst dann darf er unter Anwendung von Schutzmaßnahmen mit der Arbeit beginnen.

Nun ist man in Großstädten, in denen viele Kabel nebeneinander liegen, häufig nicht in der Lage, mit unbedingter Sicherheit das richtige Kabel zu bezeichnen. Ein vorsichtiger Betriebsmann muß damit rechnen, daß sich sowohl beim erstmaligen Verlegen der Kabel als auch später bei Verschiebungen oder Kreuzungen Fehler in die Kabelpläne eingeschlichen haben können. Es besteht daher die Möglichkeit, daß trotz größter Vorsicht ein unter Spannung stehendes Kabel geschnitten wird, und daß dabei der Arbeiter verunglückt. Daher war es bisher üblich, vor dem Schneiden einen isolierten Stahldorn in das Kabel einzutreiben, der das Erden und Kurzschließen der Leiter bewerkstelligen sollte. Diese Arbeit ist jedoch nur in spannungslosem Zustand ungefährlich; wenn durch einen Zufall das Kabel noch unter Spannung steht, so kann der Arbeiter hierbei durch die sich entwickelnde Stichflamme schwer verletzt werden.

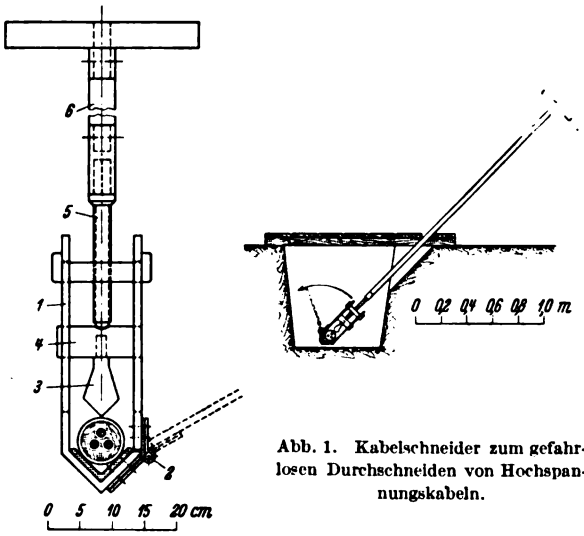
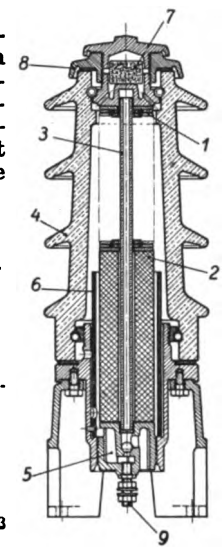


Abb. 1. Kabelschneider zum gefahrlosen Durchschneiden von Hochspannungskabeln.

Das Großkraftwerk Franken verwendet nun, um jedwede Gefährdung seiner Arbeiter mit unbedingter Sicherheit auszuschließen, den in Abb. 1 gezeigten Kabelschneider. Dieser besteht aus einem U-förmigen Flacheisenrahmen (*1*), dessen einer Schenkel mit einem Scharnier (*2*) versehen ist, damit der Rahmen bequem um das Kabel herumgelegt werden kann. Ein kräftiges Messer (*3*) wird geführt von einem Querbalken (*4*), der seinerseits in einem Schlitz der seitlichen Flacheisen läuft. Mittels einer mit einem Vierkant versehenen Schraubenspindel (*5*) wird das Messer durch das Kabel hindurchgepreßt. Die beiden Eisenbandarmierungen sowohl wie drei 120 mm² starke Kupferadern von 20 000 V-Kabeln können damit ohne große Mühe durchgeschnitten werden. Damit der Arbeiter die Schraubenspindel gefahrlos bedienen kann, wird zu deren Antrieb eine etwa 2 m lange normale Schaltstange (*6*) verwendet, die auf der einen Seite eine auf die Schraubenspindel passende Vierkantmutter, auf der anderen Seite einen Querriegel zum Anfassen erhält. Ein etwaiges Herausschlagen einer Stichflamme aus dem Kabelgraben wird durch Abdecken mit Brettern verhindert. *of.*

Leitungen.

Überspannungsventil für Hochspannungsanlagen. — Überspannungsableiter, deren Hauptelemente ein stark spannungsabhängiger Widerstand und eine mit diesem in Reihe geschaltete Löschfunkenstrecke sind, haben sich in der Praxis schon seit Jahren bewährt und gelten heute als absolut betriebsicher und wirkungsvoll. Als Vorteil der hier beschriebenen Ausführung (Abb. 2) gegenüber ähnlichen Ausführungen ist anzusehen, daß die Plattenelektroden der Löschfunkenstrecke auf einem konzentrisch angeordneten, keramischen Führungsstab aufgereiht sind, so daß die



1 Löschfunkenstrecke
2 spannungsabhängiger Widerstand
3 keramischer Führungsstab
4 Porzellangehäuse
5 federloses Sicherheitsventil
6 Isolierrohr
7 Entfeuchtungs-Vorrichtung
8 Kopfverschraubung mit Leitungsanschluß
9 Erdanschluß

Abb. 2. Schnitt durch ein stehendes Überspannungs-Ventil 20 kV (Freiluftausführung).

Abb. 3. Hängendes Überspannungs-Ventil 10 kV (Freiluftausführung).

Außenränder der Elektroden von der Innenwandung des Porzellangehäuses entfernt gehalten werden. Es können sich dadurch am Porzellan keine leitenden Brücken durch Metalldampf oder dgl. bilden, welche oft zur Herabsetzung der Ableiteransprechspannung, ja zur Unbrauchbarkeit führen. Um im Ableiter jede Schädigung durch Feuchtigkeit zu unterbinden, wird eine Entfeuchtungsvorrichtung in Form eines festen Chlor-Kalziumkörpers eingebaut, der auftretendes Kondenswasser aufsaugt. Besondere Beachtung verdient das im Ableiterfuß eingebaute Sicherheitskugelventil zum Ausgleich u. U. entstehenden Überdrucks. Es arbeitet ohne Verwendung irgendwelcher Federn, da diese bei Ableitvorgängen durch Ausglühen leicht ihre Elastizität verlieren und so zu einer dauernden Störungsquelle werden. Neben der in Abb. 2 gezeigten stehenden Form des Ventils besteht noch eine zweite Ausführung für hängende Anordnung (Abb. 3); beide sind Freiluftausführungen. Für Innenräume erhalten die Überspannungsventile ebenfalls Porzellangehäuse, die ähnlich den genormten Stützisolatoren mit Rippen versehen und weiß glasiert sind. Die Armierung erfolgt kittlos nach dem bekannten Federringprinzip. *f.*

Elektromaschinenbau.

Untersuchung über das Verhalten von Drehstrommotoren in der Kurzschluß-Sanftanlauf- („Kusa"-)Schaltung. — Die Kusa-Schaltung hat die Aufgabe, auch bei Kurzschlußläufern einen beliebig sanften Anlauf zu erreichen, welcher für besondere Antriebe, wie Spinnmaschinen, Steinzeug und Thermosilitpumpen u. dgl. unbedingt erforderlich ist. Die zu diesem Zweck entwickelten Schaltungen erzeugen eine Unsymmetrie in den 3 Phasen, entweder durch einen in einer Phase vorgeschalteten Wirk-, Blind- oder Scheinwiderstand (stromabhängige Schaltung, Abb. 4) oder durch Herabsetzung der Netzspannung in einer Phase mittels eines einphasigen Spartransformators (stromunabhängige Schaltung; vgl. Abb. 5). Diese Unsymmetrie hat ein gegenläufiges Drehfeld zur Folge, dessen negatives, d. h. bremsendes Drehmoment eine beliebige Herabsetzung des gesamten Drehmomentes ermöglicht. Es werden Beziehungen für die Abhängigkeit des Drehmomentes und des Stromes in

Digitized by Google

den 3 Phasen besonders im Anzug und beim Kippen vom vorgeschalteten Kusa-Wirk-, -Blind- oder -Scheinwiderstand bei der stromabhängigen Schaltung, bzw. von dem Übersetzungsverhältnis des einphasigen Spartransformators bei der stromunabhängigen Schaltung ermittelt und in Schaubildern zur Darstellung gebracht. Ein Vergleich

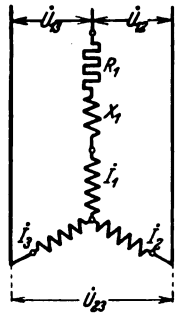


Abb. 4. Stromabhängige Kusa-Schaltung.

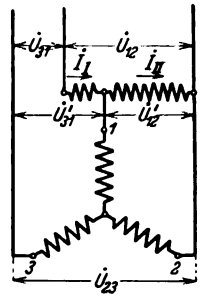


Abb. 5. Stromunabhängige Kusa-Schaltung.

beider Schaltungen zeigt, daß die stromabhängige vorzugsweise das Anzugsmoment, dagegen nur wenig das Kippmoment, die stromunabhängige jedoch das Kippmoment fast ebenso stark wie das Anzugsmoment herabsetzt. (J. Bohmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 12, S. 759.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Hochempfindliches Röhrenelektrometer. — Zur Vermeidung von Röhrenstörungen hat E. Hasché zwei gleichartige Verstärkerröhren in einer Brückenanordnung benutzt[1]). Die Hauptstörungen der Ruhelage sind in erster Annäherung für beide Röhren gleich groß. Um die Ruhelage bei hoher Empfindlichkeit weiter zu verbessern, gibt der Verfasser folgende Änderung der bisher benutzten Schaltung[1]) an. In den Anodenstromkreis wird ein empfindliches Galvanometer *3—4* (Abb. 6) eingeschaltet, dessen Ausschlag durch die konstante Gegenspannung *V* kompensiert wird. Dieses Galvanometer wird mit dem Brückengalvanometer *1—2* zu einem Differentialgalvanometer vereinigt. Dadurch werden Heizspannungsänderungen in dem praktisch in Frage kommenden Bereich und einseitige Widerstandsänderungen von f_1 vollständig kompensiert; die anderen Störungen werden wenigstens verringert oder behalten im ungünstigsten Fall ihre Größe. (E. Hasché, Ann. Physik Bd. 19, S. 484.) *Br.*

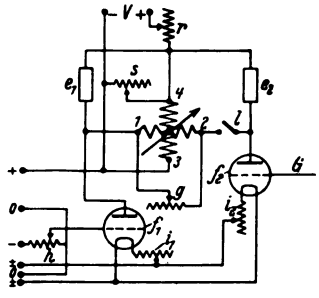


Abb. 6. Röhrenelektromotor.

Elektrostatisches Voltmeter mit Zeigerablesung. — Das elektrostatische Voltmeter der Abb. 7 umfaßt einen Spannungsbereich bis etwa 220 V und ist für Gleichspannungen wie für Wechselspannungen bis 10^7 Hz verwendbar. Die hohe Empfindlichkeit wird durch Aufhängung der Nadel *a* an einem dünnen Metallfaden *b* erreicht. Die Nadel dreht sich bei einer Aufladung in die Kammer *c* hinein. Die Form der Nadel ist so gewählt, daß praktisch ein fast linearer Zeigerausschlag von 10 V an erhalten wird. Eine fast aperiodische Einstellung wird durch die Dämpfungscheibe *d* erzielt, die zwischen den Polen des Magneten *e* schwingt. Die Kapazität beträgt 8 cm; bei 10^7 Hz ist der Scheinwiderstand noch $10^4\,\Omega$, der Phasenwinkel zwischen Spannung und Strom 89 °. (F. Maske, Physik. Z. Bd. 36, S. 29.) *ue.*

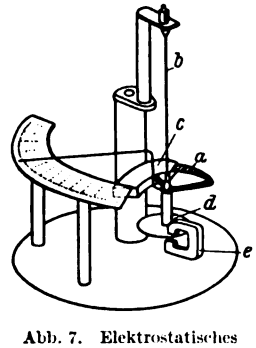


Abb. 7. Elektrostatisches Voltmeter.

[1]) E. Hasché, ETZ 55 (1934) S. 267. Z. techn. Physik 15 (1934) S. 68.

Das Einfadenelektrometer als Frequenzschwankungsanzeiger. — Um die Abweichungen von einer Normalfrequenz zu messen, benutzt C. Hagen eine Spannungsteilung zwischen einer Kapazität *C* und einem Widerstand *R* in Reihenschaltung (Abb. 8). Die zu unter-

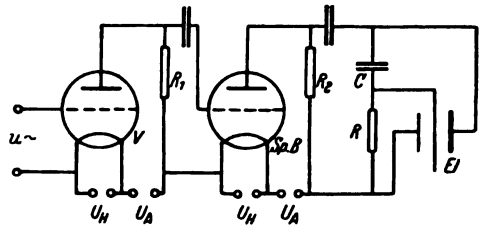


Abb. 8. Frequenzschwankungsanzeiger.

suchende Spannung wird über eine Verstärkerröhre *V* und eine zweite die Amplitude begrenzende Röhre *Sp. B* an die Reihenschaltung von *C* und *R* gelegt. Als Anzeigeinstrument dient ein Einfadenelektrometer *El*, dessen Faden an der Mittelverbindung zwischen *C* und *R*, dessen Platten an den äußeren Enden liegen. *C* und *R* sind so eingestellt, daß bei der Normalfrequenz die Teilspannungen an *C* und *R* gleich sind und der Faden also in der Ruhelage ist. Bei Frequenzerhöhung nimmt die Spannung an *C* ab und der Faden zeigt einen Ausschlag, der nach der theoretischen Berechnung proportional der prozentualen Frequenzänderung ist. Der Proportionalitätsfaktor ist wegen der Amplitudenbegrenzung in weitem Bereich konstant. (C. Hagen, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 231.) *Wba.*

Regelung von Photometerlampen auf konstanten Strom. — Die Einstellung von Normal- und Vergleichslampen für photometrische Zwecke läßt sich mit einer gewöhnlichen Brückenschaltung ausführen, die drei feste Brückenzweige, die Lampe als vierten Brückenzweig und einen Regelwiderstand vor der Verzweigung enthält. Da der Lampenwiderstand von der Temperatur, also von der Stromstärke abhängt, verschwindet der Ausschlag des Brückengalvanometers nur bei einer Stromstärke in der Lampe, also bei einer Betriebspannung U_0. Bei Wechselstrombetrieb (Abb. 9) verwendet man zweckmäßig einen Eisenwasserstoff - Widerstand auf der Niederspannungsseite des Transformators und legt parallel zur Brückenschaltung einen Widerstand, der den Eisenwiderstand gerade in der Mitte seines Regelbereichs belastet. Als Nullinstrument dient ein Doppelkopfhörer von etwa 10 Ω. (R. Sewig, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 384.) *Br.*

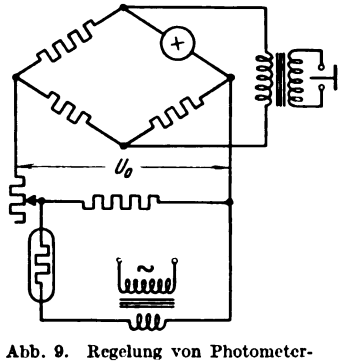


Abb. 9. Regelung von Photometerlampen.

Beleuchtung.

Ein neuer Ultravioletts trahler. — In dieser Zeitschrift wurde vor einiger Zeit über die Fortschritte im Quarzlampenbau berichtet[1]). Diese Fortschritte erlauben auch, statt des Quarzes für die Gefäße Glas zu benutzen, das billiger, leichter zu bearbeiten und einfacher hochvakuumsicher zu gestalten ist[2]). Das Phosphatglas

[1]) ETZ 55 (1934) S. 853.
[2]) Vgl. z. B. auch ETZ 56 (1935) H. 10, S. 306.

Digitized by Google

steht dem Quarz in bezug auf Ultraviolettdurchlässigkeit nicht allzu sehr nach; erst unter 300 mμ absorbiert es stärker. Da der Erweichungspunkt dieses Glases bei 560 ° liegt, die Arbeitstemperatur anderseits etwa 350 ° beträgt, muß die Temperatur der Gefäßwand in diesem verhältnismäßig engen Temperaturbereich liegen. Daher ist die Glühelektrode *G* (Abb. 10) von einem Schutzmantel *M* um-

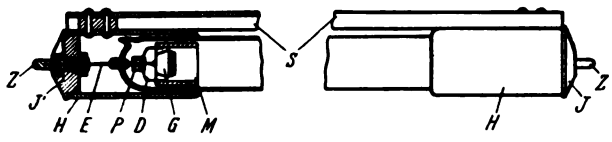


Abb. 10. Ultravioletttstrahler mit Phosphatglas.

geben, der die von der Elektrode ausgehende Wärme auffängt und gleichmäßig über die sonst zu hoch erhitzten Teile der Glaswand verteilt. Der von zwei Drähten *D* getragene Mantel ist durch eine Perle *P* von dem Einschmelzdraht *E* getrennt, damit der Lichtbogen nicht an dem Schutzmantel ansetzt. Die Polgefäße sind außen von einer Metallhülse *H* umgeben, die als thermischer Schutz für diese kältesten Teile dient. Die Stromzuführung erfolgt durch die Isolierdeckplatten *J*; die Schiene *S* trägt den ganzen Brenner. Eine für 220 V gebaute Lampe arbeitet zwischen 200 und 250 V einwandfrei; ihre Ultravioletttintensität ist nach 1000 h auf die Hälfte des Anfangswerts zurückgegangen; die Lampe hat also eine brauchbare Lebensdauer. (W. Ende, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 313.) *Br.*

Lichterzeugung durch Leuchtphosphore. — Bisher wurden für die technische Lichterzeugung hauptsächlich zwei Verfahren benutzt: Die Temperaturstrahlung fester Körper und die elektrische Entladung in Gasen und Dämpfen. Neuerdings beginnt nun noch ein drittes Verfahren an praktischer Bedeutung zu gewinnen, die Lichtumwandlung durch Photolumineszenz, worüber K. Larché in einem Experimentalvortrag vor der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft berichtete. Diese Strahlungsumwandlung geht in ähnlicher Weise vor sich wie die Leuchtanregung eines Gases durch Elektronenstoß, nur daß hier nicht das Elektron, sondern das Strahlungsquant die Energieübertragung bewirkt. Trifft ein ausgestrahltes Quant auf einen leuchtfähigen Körper, so kann seine Energie von dem Körper absorbiert und darauf wieder als Strahlungsquant abgegeben werden. Grundsätzlich lassen sich Körper in gasförmigem, flüssigem und festem Aggregatzustand durch Strahlung anregen. Der für die Praxis weitaus wichtigste Fall ist jedoch die Fluoreszenzfähigkeit fester Körper. Man kann anorganische Körper aus einem an sich nicht lumineszenzfähigen Grundstoff durch eine minimale Beimischung einer fremden Atomart leuchtfähig machen. Als Grundstoff eignen sich nicht zu stark gefärbte feste Stoffe (Kristalle und Gläser) und als aktivierende Zusätze in erster Linie Schwermetallverbindungen. Bei derartigen Stoffen dauert die Leuchtwirkung auch nach Aufhören der Bestrahlung noch eine gewisse Zeit nach („Phosphoreszenz").

In der Lichttechnik hatten diese Leuchtphosphore bisher hauptsächlich als Leuchtfarben in der Reklame- und Bühnenbeleuchtung Anwendung gefunden. Aus der neueren Zeit stammt die Verwendung des rot fluoreszierenden Rhodamins für die Schrift von Verkehrszeichen bei der Straßenbeleuchtung mit Na- und Hg-Dampflampen, die selbst kein Rot emittieren. Neuerdings wird die Lumineszenz bei der Lichterzeugung durch Gasentladung nutzbar gemacht, indem man z. B. den im Ultraviolett ausgesandten Strahlungsanteil dazu benutzt, den in der Leuchtröhre enthaltenen Leuchtphosphor zur Lichtemission anzuregen, so daß sich diese zur Lichtemission der eigentlichen Gasentladung hinzuaddiert. Die Farbwirkung ist je nach der Art der Entladung und des Leuchtphosphors verschieden. Die Anbringung des letzteren kann entweder im Inneren auf der Röhrenwand, in der Glasmasse selbst oder auf der Außenoberfläche erfolgen. Bemerkenswert ist vor allem, daß es jetzt möglich ist, mit Gasentladungslampen weißes Licht zu erzeugen, und zwar mit der recht guten Lichtausbeute bis etwa 40 Lm/W. Durch die Nachleuchtwirkung des Leuchtphosphors soll es außerdem möglich sein, die stroboskopische Wirkung der Gasentladung bei Wechselstrombetrieb auszugleichen. Die Lumineszenzleuchtröhren lassen sich, wie K. Wiegand in der auf den Vortrag folgenden Aussprache ausführte, sowohl mit Glimmlichtelektroden als auch mit Glühkathoden ausführen. Im ersteren Fall werden die Röhren für Stromaufnahmen bis zu etwa 150 mA gebaut, die normalen Strombelastungen liegen zwischen 25 und 50 mA bei einem Rohrdurchmesser von 15 bis 20 mm. Bei der vom VDE zugelassenen Gesamtspannung von 6000 V lassen sich Anlagen bis zu 12 und 13 m Rohrlänge herstellen. Bei den Röhren mit Glühkathoden ist die obere Grenze nicht durch die Strombelastung gegeben, sondern durch die höchstzulässige Blendungsleuchtdichte. Sie wird etwa bei Röhren für 6 A (45 mm Dmr.) erreicht. Bei Röhren für 2 A beträgt der Rohrdurchmesser 30 mm, bei 0,8 A 20 mm. In Berlin sind bereits Lichtreklameanlagen mit beiden Röhrenarten in Betrieb, die sich durch ihre hohe Leuchtdichte gegen die Umgebung abheben. (K. Larché, Vortrag Dtsch. Lichttechn. Ges. am 28. II. 1935.) *Frh.*

Elektrowärme.

Beeinflussung der Wärmeübertragung in Widerstandsöfen. — Bekanntlich ist bei Öfen, in denen die Heizleiter frei im Ofenraum in der Nähe der Wandungen angebracht sind, bei günstiger Anordnung der Heizleiter und bei günstigem Verhältnis der Heizleiterbreite zum Zwischenraum die Wärmeübertragung durch Strahlung praktisch genau so groß, als wenn der Heizkörper die ganze Ofenwandung bedeckt. Da bei Öfen für höhere Temperaturen die Wärmeübertragung durch Strahlung im Vergleich zur Konvektion überwiegt, interessiert der Einfluß der Heizkörperform und Anordnung auf die Wärmeübertragung durch Strahlung. Es ergibt sich für rechteckige Querschnitte der Heizleiter, die also in Stab- oder Bandform an den Wandungen befestigt sind, für die gesamte Strahlung die Formel:

$$Q = c'\,k\,a\left(k_1 + 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + n^2 k_2^2}}\right).$$

Darin bedeuten:

Q die gesamte durch Strahlung übertragene Wärme,
c' Festwert,
k Festwert, in dem die Temperaturen erfaßt sind,
a Breite des Zwischenraumes zwischen zwei Leitern,
n Anzahl der Heizleiterstäbe für die betrachtete Fläche,
b Heizleiterbreite,
d Heizleitertiefe,
$k_1 = b/a$,
$k_2 = d/a$.

Der Bruch hinter dem Minuszeichen ergibt die Verringerung der Strahlung durch den Einfluß der Leiterzahl, der Zwischenräume und der Heizleitertiefe. Bei $a = b = d$, also quadratischem Heizleiterquerschnitt, wird $k_1 = k_2 = 1$. Damit erhält man für z. B. $n = 10$ ein Strahlungsverringerung von nur 5 % vom Höchstwert der direkten Strahlung. Bei Verdoppelung der Tiefe d sinkt die Verminderung auf den halben Wert. Den gleichen Einfluß hat die Vergrößerung der Heizleiterzahl. Eine bandförmige Ausbildung, also großes d im Vergleich zu b und a, erscheint hiernach am günstigsten. Außerdem wird durch die so entstehende große Oberfläche die spezifische Oberflächenbelastung geringer, also günstiger. — Wird die gleiche Wärmemenge bei ausschließlich mittelbarer Strahlung übertragen, ist also der Heizkörper eingebettet, so muß die Heizleitertemperatur zur Überwindung des größeren Wärmewiderstandes um etwa 15 % erhöht werden. (Elektrowärme Bd. 5, S. 35.) *Wi.*

Stabheizkörper mit hoher Belastbarkeit. — Die Hauptkennzeichen des Istra-Stabheizkörpers[1]) sind außer der hohen Belastbarkeit, langen Lebensdauer, der einfache Aufbau und leichte Verformbarkeit der fertigen Heizstäbe. Gerade die Möglichkeit des leichten Verformens macht den Istrastab zu einem Universalheizkörper. Seine geringe Masse bietet außerdem für verschiedene Geräte Vorteile.

Der Istrastab besteht nach Abb. 11 aus einem nahtlos gezogenen Rohrmantel, in den genau mittig die Heizwendel gelagert ist. Die beiden Enden der Heizwendel sind auf massive Anschlußbolzen aufgeschraubt und mit

[1]) Die Kurzbezeichnung „Istra" ist aus „Isolierter Strahlstab" abgeleitet.

Digitized by Google

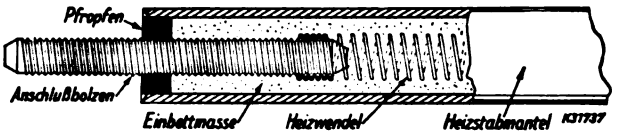


Abb. 11. Aufbau des Istra-Stabheizkörpers.

diesen verschweißt. Der Innenraum des Stabes ist mit einer Einbettmasse gefüllt, die durch nachträgliches Verringern des Stabdurchmessers verfestigt wird. Vor dem Einfüllen der Einbettmasse wird das eine Rohrende durch einen elastischen Pfropfen abgeschlossen und gleichzeitig die Heizwendel durch die Anschlußbolzen im Füllraum gemittet. Durch eine besondere Vorrichtung wird während des Füllvorganges ein nachträgliches Verlagern der Heizwendel vermieden. Eine Schüttelvorrichtung sorgt dafür, daß die langsam zufließende Masse jeden kleinsten Hohlraum ausfüllt, also auch in das Innere der Heizwendel gelangt. Zur Verfestigung der Einbettmasse wird nunmehr der Stab mit einer Rotationshämmermaschine verjüngt. Im Anschluß an die Verjüngung werden die Stäbe entsprechend der Vorschrift auf die entsprechende Länge abgedreht. Nach sorgfältiger Reinigung der Anschlüsse werden neuerdings die Stabenden, durch welche allenfalls noch Feuchtigkeit ins Stabinnere gelangen könnte, mit einem dichten Abschluß versehen.

Ferner wird jeder Stab je nach der vorgesehenen Verwendung mit einem Kupfer-, Eisen- oder Chromnickelmantel ausgerüset bzw. es wird eine Oberflächenverzinnung, Vernicklung oder Alumetierung angewandt. In Zahlentafel 1 sind die höchsten Staboberflächentemperaturen für verschiedene Mantelwerkstoffe und Oberflächenbehandlungen zusammengestellt.

Zahlentafel 1. Staboberflächentemperaturen für verschiedene Mantelwerkstoffe bzw. für Oberflächenbehandlungen.

Stabmantel-Werkstoff	Oberflächenbehandlung	Höchste Betriebstemperatur °C
Stahl		400°
Messing		400°
Nickel-Silber		540°
Stahl	alumetiert	600 ··· 1000°
Stahl	stark vernickelt	750°
Legierte Chrom-Nickel-Stähle		1000°

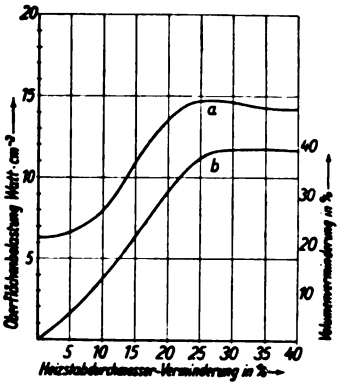
Für spezifisch hochbelastete Heizstäbe, wie sie für Großküchenbratöfen, Grill, Glühkochplatten und dgl. vorgesehen sind, wird der Stabmantel (Stahl) nach einem besonderen Alumetierverfahren behandelt. Durch diese Art von Oberflächenbehandlung bzw. Oberflächenvergütung wird der Mantel gegen Verzunderung und Angriffe schädlicher Gase geschützt. Je nach der Stärke der Schutzschicht und der Art der Behandlung wird 10- bis 60fache Lebensdauer erzielt.

Unter Zugrundelegung der bisherigen Erfahrungswerte können Istrastäbe frei in Luft bei einer Oberflächentemperatur von 400 ° mit 1,5 W/cm² und bei 700 ° mit 6 W/cm² belastet werden. Für die unmittelbare Ölheizung können 3,5 W/cm² und für unmittelbare Wasserheizung 7 W/cm² festgelegt werden.

Die Verjüngung des Stabes hat eine Veränderung der Stablänge und des Widerstandes der Heizwedel zur Folge. Die erstgenannte Änderung ist auf die eintretende Querschnittsverjüngung bzw. Querschnittsverringerung zurückzuführen. Die Widerstandsänderung hingegen wird durch ein Stauchen der einzelnen Heizwendelwindungen bzw. des Heizleiterquerschnittes durch die radial nach innen drückenden Kräfte verursacht.

Ferner hängen die Widerstands- und Längenänderungen von der Güte des Heizleiterwerkstoffes, von dem Durchmesser und von dem Windungsdurchmesser des Heizleiters sowie auch von der Güte und Körnung der Einbettmasse ab.

Von den bis heute in der Elektrowärmetechnik bekannt gewordenen Einbettmassen haben sich am besten Magnesiumverbindungen bewährt und eingeführt. Der Isolationswiderstand ist abhängig von der Reinheit des zur Verwendung gelangenden Stoffes. Schon ganz geringe Mengen von metallischen, organischen und anderer Beimengungen genügen, um den Isolationswiderstand wesentlich herabzusetzen. Durch sorgfältiges Aussuchen des an und für sich schon hochwertigen Rohstoffes und des dann im Lichtbogen erschmolzenen Magnesiumoxydes erhält man einen Baustoff, der in dieser Hinsicht den höchsten Anforderungen genügt. Versuche haben gezeigt, daß bei richtiger Wahl der Einbettmasse im Laufe der Zeit eine langsame Steigerung des Isolationswiderstandes eintritt. So fiel z. B. der Übergangstrom bei einer 200 % Nennbelastung der Versuchstäbe nach der 15. Aufheizung von 4,2 mA auf 2,5 mA ab. Das bedeutet eine Erhöhung des Isolationswiderstandes um rd. 70 %. In der Abb. 12 ist die erzielte Durchbrennleistung und die Masse in Abhängigkeit der Stabverjüngung aufgetragen. Diese Schaulinien zeigen, wie sehr das Überlastungsergebnis von der Massepressung bzw. Massedichte abhängig ist. H. Bachmann.



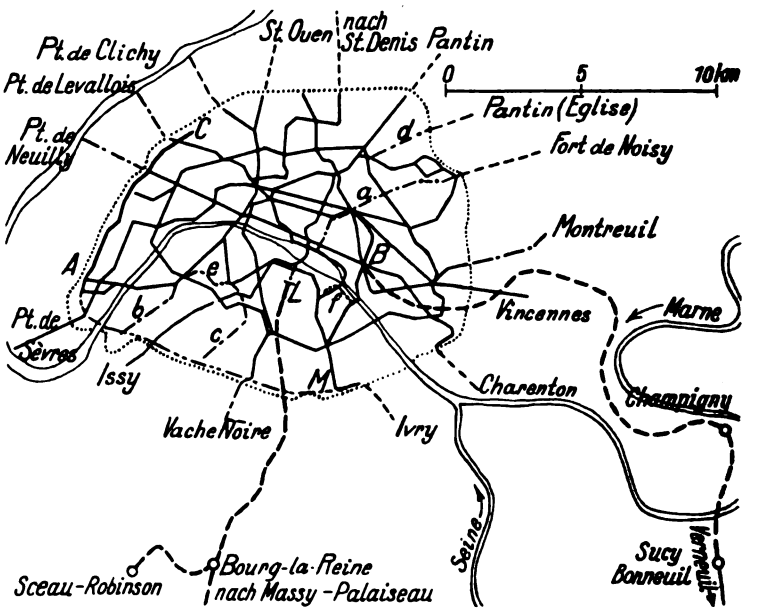
a Oberflächenbelastung
b Volumenveränderung

Abb. 12. Durchbrennleistung Watt/cm² und Volumenänderung in Abhängigkeit der Stabdurchmesser-Verminderung.

Bahnen und Fahrzeuge.

Verlängerungen der Pariser Untergrundbahn. — Zur Weiterführung der seit dem Zusammenschluß der beiden Gesellschaften der Pariser Untergrundbahn ohne Unterbrechung geführten Erweiterungsarbeiten ist in dem Arbeitsbeschaffungsplan der französischen Regierung[1])

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1281. Vgl. ETZ 42 (1921) S. 655; 45 (1924) S. 469; 50 (1929) S. 1813; 56 (1935) S. 352.



a Châtelet—Porte de Lillas
b Grenelle—Porte de Sèvre
c Duroc—Porte de Vanves
d Villette—Porte de Pantin
e, f kurze Verbindungstrecken

Abb. 13. Übersichtskarte der Pariser Untergrundbahn mit Verlängerungen nach dem nahen und fernen Vorstadtgebiet.

Digitized by Google

ein hoher Betrag von 183 Mill RM[1]) vorgesehen. Das Netz hat gegenwärtig eine Länge von über 130 km mit 240 Haltestellen. Wie in der Übersichtskarte, Abb. 13, angedeutet ist, befinden sich mehrere Strecken im Bau.

Nach den ersten im Jahre 1934 eröffneten Verlängerungen in das nähere Vorstadtgebiet, und zwar nach Vincennes (2421 m), nach Issy (1600 m) und zum Pont de Sèvres (2236 m), wurden im Rahmen des Arbeitsbeschaffungsplans die Verlängerungen zu den Seinebrücken Pont de Neuilly (2265 m), Pont de Levallois (1824 m) sowie nach Montreuil (2480 m) in Arbeit genommen. Vor Inangriffnahme der Arbeiten sind die 9 übrigen Verlängerungen, z. B. zum Pont de Clichy, nach Saint-Ouen, Saint-Denis usw. (vgl. Abb. 13). Diese wenn auch verhältnismäßig kurzen Verlängerungen (2 bis 3 km) sind für den Verkehr im Pariser Gebiet von großer Wichtigkeit, da sie die innere Stadt um eine große angrenzende Randzone erweitern. Da die Tarife den Übergang von Untergrund- zur Straßenbahn und umgekehrt mit einem Fahrschein nicht gestatten, haben diese Verlängerungen auch eine gewisse Verbilligung für die Vorortbevölkerung zur Folge, weil nämlich für diese Verlängerungen die Einheitstarife der Untergrundbahn ohne Zuschlag für die Fahrten nach oder aus dem Vorortgebiet gelten.

Die seit längerer Zeit geführten Verhandlungen zur Übernahme der engeren Ringbahn, die im Abschnitt Cardinet—Auteuil (*C—A*) elektrisiert und von der Staatsbahn betrieben wird, scheinen dahin zu führen, daß die Untergrundbahn wenigstens den Abschnitt Auteuil—Maison Blanche (*A—M*) übernimmt, wodurch der Bau einer längs der Südstadtgrenze geplanten Strecke überflüssig gemacht wird.

Neben den kürzeren Verlängerungen nach dem nahen Vorortgebiet wird sich der Untergrundbahn in den nächsten Jahren ein wichtiges Netz von nach dem weiten Vorortgebiet führenden Strecken angliedern. Die ersten von ihnen werden durch Übernahme und Elektrisierung von einigen bestehenden, von den Eisenbahngesellschaften betriebenen Strecken entstehen. Es sind in erster Linie die Sceaux-Strecke von Paris—Luxembourg (*L*) nach Bourg-la-Reine, Sceaux—Robinson und Massy—Palaiseau (20 km) und voraussichtlich ein Teil der Vincennes-Strecke, die von Paris—Bastille (*B*) bis nach Verneuil (55 km) führt. Die Sceaux-Strecke wurde schon von der Paris-Orléans-Bahn an die Untergrundbahn abgetreten, welche die Elektrisierung in zwei Jahren durchführen soll. Die Verhandlungen zur Übernahme der Vincennes-Strecke (Est-Bahngesellschaft) bis nach Champigny (16 km) oder Sucy-Bonneuil (20 km) sind noch nicht abgeschlossen. Mit Rücksicht auf diese neuen Verlängerungen hatte man den Einheitstarif fallen lassen müssen, und es wurden drei verschiedene Untergrundbahntarife (d. h. innere Stadt und nähere Zone, weites Vorortgebiet, beide Zonen) eingeführt. *ak.*

Internationale Zugheizung. — Um eine Vereinheitlichung der elektrischen Zugheizungen der für den internationalen Verkehr bestimmten RIC-Wagen zu erreichen, fanden Anfang d. J. in Bologna und Chambéry Heizversuche mit 3000 V bzw. 1500 V Gleichstrom und in La Chaux-de-Fonds mit 1000 V Einphasen-Wechselstrom 16⅔ Hz an einem aus 9 Wagen bestehenden Zug statt. Deutschland, Österreich, Frankreich, Italien und die Schweiz stellten die einzelnen Wagen mit den verschiedenen Heizsystemen. Die Versuche zeitigten gute Ergebnisse; es wurde empfohlen, für die Zugheizung die Spannungen 1000, 1500 und 3000 V zu verwenden. Das Umschalten auf die erforderliche Spannung geschieht dabei entweder von Hand oder durch selbsttätige Umschalter. Besondere Schwierigkeiten waren bei der Wahl der Hauptsicherungen zu überwinden, die bei einer Heizleistung von 20 bis 30 kW je Wagen und bei 3000 V den Stromkreis schon bei verhältnismäßig kleinen Strömen zu unterbrechen hat, und zwar geräuschlos und sicher. Es wurden 15 verschiedene Sicherungsarten erprobt, von denen sich nur die deutsche von Voigt & Haeffner und die der Gardy S.A., Schweiz, als völlig betriebsicher erwiesen. (SBB-Nachrichtenbl. Bd. 12, S. 44.) *Hs.*

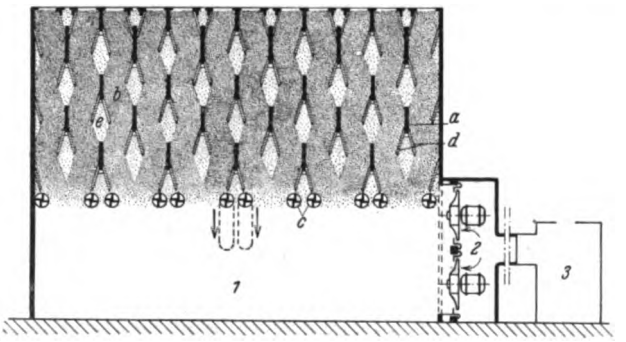
[1]) 1 RM = 6 frs.

Flugtechnik.

Elektrisches Flugzeuggerät zur Feststellung und Ausmessung thermischer atmosphärischer Störungen. — Claus und Kohlitz beschreiben ein Flugzeuggerät zur Feststellung thermischer atmosphärischer Störungen. Die Kenntnis dieser Störungen sind für den Segelflug von höchster Bedeutung, da die warmen Luftströmungen, die sogenannten „Luftschläuche", den Segelflug erst ermöglichen. Die bisher verwendeten Variometer arbeiten zu träge und können daher bei den üblichen Fluggeschwindigkeiten zwischen 30 und 100 km/h erst Gebiete von mehr als 80 m Dmr. richtig feststellen. Das neue Instrument arbeitet fast trägheitslos, indem es zur Temperaturdifferenzmessung zwei Widerstände aus Nickelindraht von 0,05 mm Dmr. in Netzform benutzt, die in die beiden Zweige einer Wheatstoneschen Brücke geschaltet sind. Als Brückeninstrument wird ein Mavometer benutzt. 9 ° Temperaturdifferenz entsprechen etwa 20 Skalenteilen Ausschlag. Noch größere Empfindlichkeit ist mit Rücksicht auf eine ruhige Einstellung des Instrumentes unerwünscht. Der Nullpunkt kann mittels eines der weiteren Widerstände der Brücke eingestellt werden. Mit dem Instrument ist es möglich, auch kleinere Störungen, wie sie durch Fabrikschornsteine u. dgl. gegeben sind, einwandfrei festzustellen und zu benutzen. Noch bei 200 m Flughöhe über dem Schornstein ist ein kräftiger „Wärmeschlauch" zu beobachten. Gegen hohe Fluggeschwindigkeiten und harte Landungen ist das neue Meßinstrument ganz unempfindlich. Außerdem nimmt es nur wenig Platz ein, ein Umstand, der bei Segelflugzeugen ganz besonders wichtig ist. (Z. techn. Physik Bd. 16, S. 16.) *Kur.*

Landwirtschaft.

Das künstliche Trocknen von Grünfutter. — Um Verluste zu ersparen hat man in Schweden bei der Heugewinnung die künstliche Trocknung des Grünfutters erprobt. Die wichtigsten Forderungen an ein Trocknen im Einzelbetrieb sind folgende: Die Einrichtung muß so arbeiten, daß das Grünfutter während der Trocknung keinen nennenswerten Teil seiner wertvollen Bestandteile verliert. Bezüglich Abmessungen soll die Anlage dem jeweiligen Bedarf des Hofes angepaßt werden können. Die Anschaffungskosten sollen mäßig, die Betriebskosten gering sein. Die angestellten Versuche haben ergeben, daß die Wirtschaftlichkeit von der Ausnutzung des natürlichen Trockenvermögens der Luft abhängt und daß die Temperatur der Trockenluft nicht zu hoch sein darf (Temperaturerhöhung u. U. 5 bis 10 °, höchstens 45 ° C). Bei dieser geringen Übertemperatur wird verhältnismäßig wenig Wasser je Kubikmeter Luft abgeführt. Man arbeitet deswegen mit großen Luftmengen, die aus wirtschaftlichen Gründen mit geringem Arbeitsdruck, 5 bis 10 mm Wassersäule, gefördert werden. Die Luft wird durch große Mengen Trockengut verteilt, welche während längerer Zeit im Trockengerät liegen bleiben, und zwar ohne Bewegung, denn eine zusätzliche Bewegungseinrichtung für das Trockengut würde die Anlage verteuern.



1 Ablaßwalze
2 Lüfter
3 Kessel mit Funk- und Rußabscheider
a Träger
b Bänder
c Ablaßwalzen
d Stifte

Abb. 14. Schnitt durch ein Trockengerät.

Digitized by Google

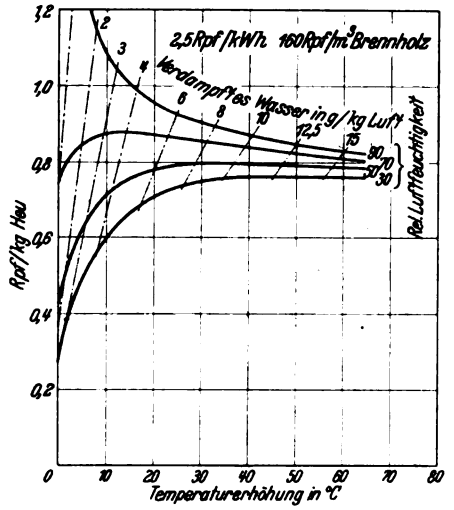


Abb. 15. Die Kosten beim künstlichen Trocknen bei 2,5 Rpf/kWh und 160 Rpf/m³ Brennholz.

Die Einrichtung setzt sich aus folgenden Teilen zusammen (Abb. 15): einem Wärmeerzeuger, einem Motorlüfter, einer Druckkammer und der trocknenden Schicht. Druckkammer und Trockenschicht werden in einen Holzkasten von 6 m Höhe eingebaut. Die Trockenschicht wird von Trägern *a* besonderer Art gebildet. Dadurch entsteht eine Reihe zickzackförmiger Bänder *b* von der oberen Einfüllseite nach dem unteren Teil in der Druckkammer, welche sich gegen eine Anzahl Ablaßwalzen *c* stützen. Die Luft wird von der Druckkammer durch das Trockengut gepreßt, das unten trocken, oben naß ist. Durch Umdrehen der Ablaßwalzen wird das getrocknete Futter ab und zu in die Druckkammer abgelassen und nach der Lagerstelle befördert. Die Träger haben den Zweck, die Bänder durch die schräggestellten Stifte *d* zu tragen und zu bremsen, damit das Trockengut im unteren Teil nicht zu hart zusammengebackt wird. Des weiteren wird durch die Träger die Mischkammer *e* für die Trockenluft gebildet, wodurch eine gleichmäßige Verteilung und Feuchtigkeit der Luft erreicht wird. Die Anlage läßt sich mit Baustoffen und Arbeitern des betr. Bauernhofes aufbauen, nur die Heizanlage und der Lüfter müssen bezogen werden.

In Abb. 15 sind die Strom- und Brennstoffkosten in Abhängigkeit von der Temperaturerhöhung und für verschiedenen Feuchtigkeitsgehalt der Luft aufgetragen. Interessant ist die Wahrnehmung, daß bei 70 % Luftfeuchtigkeit die Kosten ziemlich unabhängig von der Temperaturerhöhung sind.

Die Anlagekosten liegen nach schwedischen Verhältnissen bei 90 bis 180 RM je Hektar Wiese. Die Kapitalkosten (Zinsen und Tilgung) betragen dann 0,25 bis 0,5 Rpf je kg Heu je nach der Betriebszeit. Hierzu kommen die Brennstoff-, Strom- und Lohnkosten mit rd. 0,9 Rpf/kg (bei der Verwendung überschüssigen Strohes vom Herbstkorn als Brennstoff 0,5 Rpf/kg), so daß die Gesamtkosten zwischen 0,9 und 1,6 Rpf/kg trockenes Heu liegen.

Die Vorteile des Verfahrens liegen darin, daß das Grünfutter schnellstens unter Dach gebracht werden kann und somit gegen Regen geschützt wird. Die Trockenluft wird außerdem dauernd und in genügenden Mengen zugeführt. Die Trocknungszeit beträgt 1 bis 3 Tage gegenüber 8 bis 15 Tagen im Freien. Das getrocknete Futter wurde in einigen Fällen in bezug auf seinen Nährwert wissenschaftlich untersucht mit dem Ergebnis, daß praktisch die gesamte Eiweißernte bei diesem Verfahren verwertet werden kann.

Die künstliche Trocknung ermöglicht die Verwertung des Grünfutters während längerer Zeitdauer, unabhängig von der Witterung. Die eilige Arbeit in der kurzen Erntezeit läßt sich durch eine Dauerbeschäftigung mit geringer Belegschaft über Sommer und Herbst ersetzen. Durch eine Umstellung der Pflanzzeiten könnte die Erntearbeit sogar über eine noch längere Zeitdauer ausgedehnt werden, worüber Untersuchungen z. Z. angestellt werden sollen. (Edholm, Jordbrukarens Elektriska Blad, (1934) H. 4, S. 51.) *Hldn.*

Elektrische Antriebe.

Motorschutz im Aussetzbetrieb mittels thermischer Auslöser. — Während im Dauerbetrieb eine Motorschutzanordnung hauptsächlich die Aufgabe hat, anzusprechen, sobald der zulässige Motorstrom eine gewisse längere Zeit überschritten wird, ist ein Schutz für den Aussetzbetrieb wesentlich schwerer zu erfüllen, weil die relative Einschaltdauer (*ED*) und die Schalthäufigkeit (*f* je Stunde) ebenfalls eine Rolle spielen. Ein Motor für Aussetzbetrieb wird bekanntlich auch dann zu warm, wenn die zulässige Stromstärke nicht überschritten, dagegen mit höherer *ED* gefahren wird. Infolgedessen hat sich vielfach die Meinung herausgebildet, daß ein Motorschutz im Aussetzbetrieb kaum zu erzielen sei und alle Schutzanordnungen für Kran- und andere Aussetzbetriebe im Grunde genommen nur verbesserte Kurzschlußschutz-Anordnungen seien. Untersucht man nun etwas näher, welche Ströme (*I*) in Abhängigkeit von der relativen Einschaltdauer bei den verschiedenen Motorgattungen thermisch zulässig sind, so kommt man zu dem Ergebnis, daß sich die verschiedensten Motorbauarten ganz unterschiedlich verhalten, je nachdem, ob es sich um offene oder geschlossene Motoren, solche für Gleichstrom oder Drehstrom, mit oder ohne Oberflächenkühlung handelt. Durch einen Festwert x in der Formel für $I^2 \cdot ED$ kann man dieser Verschiedenheit der Bauarten Rechnung tragen. Die Aufgabe, einen verläßlichen Motorschutz im Aussetzbetrieb auszubilden, läuft also zunächst darauf hinaus, eine Anordnung zu finden, die das unterschiedliche x der verschiedenen Bauformen berücksichtigt.

Im Aussetzbetrieb (z. B. Kranbetrieb) wird der Motor in manchen Spielteilen höher belastet als in anderen. Die eingehendere Untersuchung, welchen Einfluß die Spielzahl *f* und die Überlastung *u* ausüben, führt zu der Abb. 16 und läßt erkennen, daß die Zeitkonstante *T* nicht mehr gleichgültig ist, vielmehr ergibt sich, wenn man sehr weitgehende Forderungen stellt, für jeden Fall eine bestimmte Zeitkonstante *T* in Sek. Im Betrieb ist man nun aber darauf angewiesen, gewisse handelsmäßige thermische Auslöser zu verwenden, so daß ein sehr strenger Schutz nicht erzielbar ist. An Hand der Untersuchungen läßt sich erkennen, welche Mindestzeitkonstante ein brauchbarer Auslöser haben muß, und in welcher Weise man diese Auslöser den unterschiedlichen x-Werten der Motorgattungen anpassen könnte. Dies ergibt Sonderauslöser für aussetzenden Betrieb, die zur Zeit noch nicht entwickelt sind. Man muß sich also gegenwärtig noch damit behelfen, daß man die vorhandenen Auslöser für Dauerbetrieb so anwendet, daß ein weitgehender Schutz auch im Aussetzbetrieb erreicht wird.

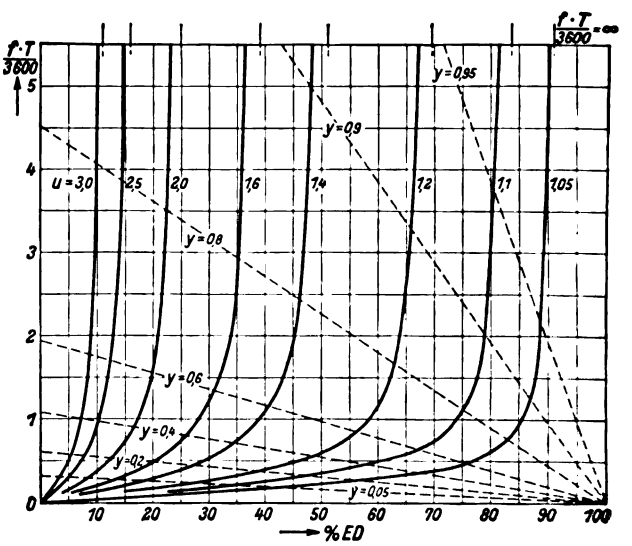


Abb. 16. Abhängigkeit des Produktes Schalthäufigkeit je Stunde *f* mal Zeitkonstante *T* des Auslösers in Abhängigkeit von der % ED für verschiedene Überlastungsfaktoren *u*.

Digitized by Google

Dies gelingt tatsächlich, wenn man den Auslöser nach vier Gesichtspunkten auswählt, und zwar

a) nach rein thermischen Gesichtspunkten,
b) unter Berücksichtigung der Spielzahl,
c) nach der Beharrungsbelastung der längsten und schwersten betriebsmäßig, wenn auch selten vorkommenden Fahrt,
d) nach dem schwersten und längsten Anlauf.

Wie die Auswahl im Einzelfall vor sich geht, wird in der Originalarbeit ausführlich erläutert. Man verzichtet zwar bei dieser Auswahl auf die Anpassung des Auslösers an die verschiedenen x-Werte der Motoren. Da die meisten praktisch vorkommenden Motoren aber ein negatives x haben, so ergibt die nähere Überlegung, daß die gemachten Fehler hinsichtlich Übersicherung bei einigen der obigen vier Bedingungen sich zum Teil ausgleichen. (J. Gewecke, Siemens-Z. Bd. 14, S. 317.) *Sb.*

Fernmeldetechnik.

Fremdsteuerung der Strahlbewegung beim Fernsehen mit Braunschen Röhren. — Die Bildabtastung beim Kathodenstrahl-Fernseher wird dadurch bewirkt, daß eine Kippspannung hoher Frequenz (Zeilenfrequenz) zur Waagerechtablenkung und eine weitere Kippspannung kleiner Frequenz (Bildfrequenz) zur Senkrechtablenkung des Kathodenstrahls benutzt wird. Die vom Sender her synchronisierten Kippschwingungen werden meist dadurch hergestellt, daß am Empfangsort selbständig arbeitende Kippschaltungen benutzt werden, deren genauer Synchronismus mit sendeseitig gegebenen Synchronisierimpulsen durch Mitnahme erzwungen wird. Manche Vorteile bietet die Fremdsteuerung der Kippschwingungen am Empfänger (Abb. 17). Die am Zeilenende gegebenen kurzzeitigen Impulse und die langzeitigen Impulse am Bildende werden je einer Zweirohranordnung zugeführt und bewirken kurzzeitig eine positive Spannung am Gitter des Entladungsrohres E. Die Kippkapazität C entlädt sich bei richtiger Bemessung von E und C in einer Zeit von wenigen Prozent der Dauer einer Kipperiode. Das Verfahren wird besonders einfach für den Fernsehversuchsender der Deutschen Reichspost, bei dem die Synchronisierimpulse dadurch erzeugt werden, daß ein während der Bildzeile aufrecht erhaltener Restbetrag der Trägerwelle am Zeilenende und am Bildende weggetastet wird. Durch Regelung des Ladestroms läßt sich das Bild auf die gewünschte Größe bringen. (M. von Ardenne, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 62.) *Br.*

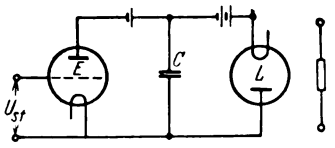


Abb. 17. Fremdsteuerung der Kippschwingungen.

Modulation in der Hochfrequenztechnik. — H. Brückmann bringt eine zusammenfassende Übersicht über dieses wichtige Teilgebiet. Nach einer Erläuterung des Begriffs „Modulation" werden die verschiedenen Darstellungsweisen einer modulierten Schwingung einander gegenübergestellt: Die graphische Darstellung auf der Zeitachse, die mathematische Darstellung, die Darstellung im Frequenzspektrum und die Vektordarstellung. Von den zahlreichen Verfahren zur Messung des „Modulationsgrades" haben folgende praktische Bedeutung erlangt: Das auf dem Anstieg des Effektivwertes des Antennenstromes bei Modulation beruhende Verfahren, die Messung mit dem Kathodenstrahloszillograph, die Hochfrequenzanalyse und die auf der Verwendung von Gleichrichtern, vor allem von solchen mit linearer Richtkennlinie, aufgebauten Verfahren. Jedes Verfahren hat seine besonderen Vor- und Nachteile, die besprochen werden. Ein Überblick über die geschichtliche Entwicklung leitet die Darstellung der Modulationsverfahren ein. Diese werden eingeteilt in solche mit unmittelbarer Beeinflussung des Trägers durch Schall- oder Lichtvorgänge und in solche, bei denen diese Vorgänge zunächst in elektrische Vorgänge umgesetzt werden. Das Kennzeichen der letzteren ist stets eine nichtlineare Strom-Spannungsabhängigkeit. Zur Erzeugung des Trägers kommen heute nur mehrstufige Röhrensender in Frage. Sowohl hinsichtlich der Schaltung als auch der Arbeitsweise der verschiedenen Modulationsverfahren gibt es eine Reihe von gemeinsamen Kennzeichen. Wichtige Aufschlüsse für den Betrieb geben die „statische" und „dynamische" Modulationskennlinie. Das Modulationsverfahren, das in Deutschland am verbreitetsten ist, ist die „Gitterspannungsmodulation", die mit ihren Abarten, der „Gittergleichstrommodulation" und der „Gittergleichstrommodulation mit Zusatzgitterstrom", besprochen wird. Im Ausland dagegen ist die „Anodenspannungsmodulation" am verbreitetsten, mit der die „Heising-Modulation", die „Vorröhrenmodulation" und die „B-Modulation" nahe verwandt sind. In neuerer Zeit haben die „Chireix-Modulation", die „Trägersteuerung" und die „Einseitenbandmodulation" mit und ohne Ausstrahlung der Trägerwelle Bedeutung erlangt. Man sieht aus der großen Zahl der Modulationsverfahren, daß dieses Gebiet noch in lebhafter Entwicklung begriffen ist. Die Gesichtspunkte, von denen sich die Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren ergeben, sind recht mannigfaltig. Der erreichbare Modulationsgrad, der Aufwand an Röhren und Schaltmitteln, die Einfachheit des Aufbaues und die Betriebsicherheit spielen eine Rolle. In letzter Zeit hat angesichts der Leistungssteigerung der Sender ein neuer Gesichtspunkt Bedeutung erlangt: Die Stromkostenersparnis. (H. Brückmann, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 24, S. 17 u. 29.) *Sb.*

Neues Leitungsystem für Übertragung sehr breiter Frequenzbänder und für Mehrfach-Fernsprechen. — In der Fernkabeltechnik haben in den letzten Jahren die sich immer mehr steigernden Anforderungen hinsichtlich des zu übertragenden Frequenzbandes oder der Fortpflanzungsgeschwindigkeit (Verbesserung der Übertragungsgüte, Übertragung von Rundfunkdarbietungen, Fernsprechverkehr auf weiteste Entfernungen, Mehrfachausnutzung der Leitungen mit Hilfe von Trägerfrequenzen) zu einer immer schwächer werdenden Bespulung der Fernkabelleitungen geführt. Von der American Telephone and Telegraph Co. (ATT) wurden vor einigen Jahren sogar Versuche mit spulenlosen Kabelleitungen durchgeführt, um darauf neun Fernsprechkanäle nach dem Trägerfrequenzverfahren einzurichten. Die große Dämpfungszunahme mit steigender Frequenz und die Rücksicht auf Nebensprecherscheinungen bedingt jedoch eine Verringerung des Verstärkerabstandes und besondere Schutzmaßnahmen. So war die ATT gezwungen, die Verstärker in Abständen von 40 km einzuschalten und die Trägerleitungen elektrostatisch gegeneinander abzuschirmen.

In dieser Hinsicht stellt eine aussichtsreiche Entwicklungstufe das sogenannte konzentrische Kabel dar, das namentlich auch im Hinblick auf die Übertragung von Fernsehsendungen erhöhte Bedeutung gewinnt. Das Fernsehen beansprucht ein Frequenzband von etwa 500 kHz Breite. Da es möglich ist, mit konzentrischen Kabeln ein Frequenzband von 1000 kHz und darüber hinaus zu übertragen, so könnte man z. B. für das Fernsehen das Frequenzband von 500 bis 1000 kHz ausnutzen und gleichzeitig in dem Bereich bis etwa 400 kHz eine große Zahl von Fernsprechwegen mit Hilfe des Trägerfrequenzverfahrens schaffen. Um die Zweiwegigkeit für Fernsehen und Fernsprechen zwischen den beiden Endämtern in einfacher Weise herzustellen, würde es sich dabei empfehlen, zwei solcher konzentrischer Kabel vorzusehen. Ein besonderer Vorteil des Systems ist, daß an jedem Verstärkerpunkt für den gesamten Frequenzbereich nur ein einziger Verstärker benötigt wird.

Verfasser berichtet auf Grund der einschlägigen Veröffentlichungen von Espenschied und Strieby sowie von Schelkunoff ausführlich an Hand von Abbildungen und Schaulinien über den Aufbau und die elektrischen Eigenschaften konzentrischer Kabel sowie über die Ergebnisse von Versuchen, die mit solchen Kabeln in verschiedener Ausführungsform in Amerika angestellt worden sind. Wegen der Einzelheiten muß auf den Bericht selbst verwiesen werden. Erwähnt sei, wie die Lösung der Verstärkerfrage gedacht ist. Bei dem erforderlichen geringen Verstärkerabstand (bis herab zu 16 km) erfordert die große Zahl von Verstärkerpunkten ein möglichst selbsttätiges, überwachungsfreies Arbeiten der Verstärker. Dazu ist es wichtig, daß die Stromversorgung über die Leitung selbst erfolgt. Über ein konzentrisches Kabel

Digitized by Google

läßt sich gefahrlos ein 60periodiger Speisestrom übertragen. Es wird für möglich gehalten, die Verstärker in wetterfesten kleinen Behältern auf Stangen, in kleinen Häuschen oder in Kabelbrunnen anzuordnen. Versuche mit den Hochfrequenzverstärkern für den Frequenzbereich von 500 bis 5000 kHz haben gezeigt, daß sie tatsächlich zur gleichzeitigen Verstärkung für die mehr als 1000 Fernmeldewege, die sich auf einem so breiten Band bilden lassen, benutzt werden können. Zur Einhaltung der schmalen Frequenzabstände von 4000 Hz, in denen die einzelnen Wege angeordnet sind, verwendet man äußerst trennscharfe Quarzfilter. Solche Filter sind bisher für den Frequenzbereich von 30 bis 500 kHz entwickelt worden. (K. Höpfner, Europ. Fernsprechdienst H. 38 (1935), S. 37.) *O. B.*

Ausschußtagungen des CCIF. — In den Tagen vom 8. bis 12. XI. 1934 tagten in Paris zwei Sonderausschüsse des Zwischenstaatlichen Beratenden Ausschusses für den Fernsprechbetrieb (CCIF). Der eine Ausschuß (Redaktionsausschuß) hatte die Aufgabe, die bereits während der Tagung zur Vollversammlung des CCIF in Budapest (September 1934) begonnene Nachprüfung der Empfehlungen, Musterpflichtenhefte usw. unter Berücksichtigung des derzeitigen Standes der Technik zu Ende zu führen und nach ihrer Ergänzung durch die Beschlüsse der Budapester Vollversammlung übersichtlich zusammenzustellen sowie als Weißbuch 1935 des CCIF druckreif zu machen. Der Ausschuß hat sich ferner damit befaßt, Unklarheiten und Unstimmigkeiten in den bisher gültigen und in den neuen Empfehlungen des CCIF zu beseitigen. Das Weißbuch wird in fünf Einzelbänden erscheinen, von denen den Fernmeldetechniker namentlich die Bände II bis IV interessieren. Band II behandelt den Schutz der Fernsprechleitungen gegen die Einwirkungen aus Starkstrom- und Hochspannungsanlagen und den Schutz der Fernsprechkabel gegen Korrosionen. Band III enthält die Begriffsbestimmungen und grundsätzlichen Empfehlungen auf dem Gebiet der Fernsprechübertragung, die Empfehlungen betreffs der Fernsprechapparate, Leitungen usw. sowie die Pflichtenhefte für Kabel, Leitungen und Amtseinrichtungen. Band IV behandelt die Eichmaße für die Fernsprechübertragung, die Meßverfahren und die Meßgeräte; er enthält ferner die Empfehlungen betreffs der Inbetriebnahme und Unterhaltung zwischenstaatlicher Leitungen. Band I umfaßt neben Berichten über die vorerwähnte Vollversammlung in Budapest die neuen für die Jahre 1935/36 gestellten Studienfragen und eine ausführliche Liste des einschlägigen Schrifttums, während Band V neben Organisationsbestimmungen des CCIF die Empfehlungen auf dem Gebiet des Fernsprechbetriebs und der Tarifgestaltung enthält.

Der zweite Sonderausschuß beriet über die neuen Studienfragen auf dem Gebiet der Fernsprechübertragung, insbesondere über die Versuche, die in den einzelnen Ländern anzustellen sind, um die Beantwortung der Fragen zu beschleunigen. Der Meinungsaustausch bezog sich u. a. auf die Frage des Einflusses von Leitungsgeräuschen auf die Verständlichkeit, die Anforderungen an Echosperren, die Teilnehmertelegraphie über Fernsprechleitungen, die Mindestwerte der Nebensprechdämpfung und die Messung des Nebensprechens, die Phasenverzerrung in mittelschwer und leicht bespulten Leitungen und die Anforderungen an Leitungen für die Übertragung von Rundfunkdarbietungen. An der Beantwortung der Fragen und der Durchführung der Versuche nimmt, wie bisher, die Deutsche Reichspost im Verein mit der deutschen Fernmeldeindustrie lebhaften Anteil. In zwei technischen Ausschüssen des CCIF führt je ein Vertreter der deutschen Verwaltung den Vorsitz. (K. Höpfner, Europ. Fernsprechdienst, H. 38 (1935), S. 17.) *O. B.*

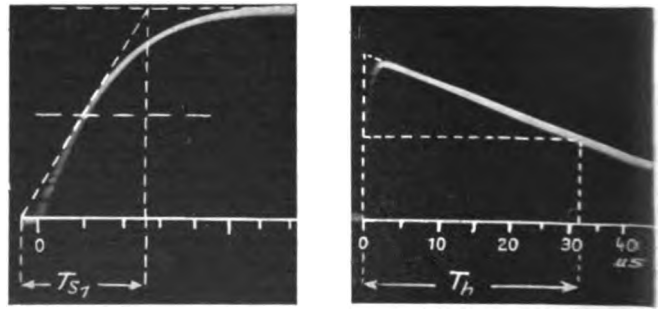
Physik und theoretische Elektrotechnik.

Lautstärke und Energieadditionsbeziehung. — Nach bisher allgemein angewandter Regel errechnet sich die Lautstärke eines von mehreren Quellen herrührenden Schalles in einfacher Weise aus den Energiebeträgen der Teilschalle am Empfangsort. Aigner und Strutt gelangen auf Grund vielseitiger Beobachtungen zu dem Ergebnis, daß die Energieadditionsbeziehung viel zu kleine Lautstärken liefert, wenn sowohl Klangfarbe wie Phase der Teilschalle nicht übereinstimmen; z. B. wurde unter dementsprechend gewählten Versuchsbedingungen gefunden, daß zwei für sich als gleichlaut empfundene Schalle bei gleichzeitiger Wirksamkeit an Stelle einer nach der Energieadditionsbeziehung zu erwartenden Lautstärkesteigerung von 3 Phon ein Anwachsen der Lautstärke um 10 Phon ergeben. Zur Deutung dieses Effektes wird auf die Gehörträgheit hingewiesen. Ein aufgefangener Schalleindruck wird eine kurze Zeit vom Ohr festgehalten; dieser Empfindungsrest soll die Empfindung der folgenden Erregung verstärken. (F. Aigner und M. J. O. Strutt, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 355.) *Gff.*

Lautstärke und Tonhöheempfindung. — Bietet man dem Ohr nacheinander einen leisen und einen wesentlich lauteren Ton der gleichen Frequenz dar, so empfindet man den leiseren Ton als höher. Die Untersuchung dieser Erscheinung ergibt, daß die Tonhöhenverschiebung besonders bei tiefen Frequenzen hervortritt, z. B. beträgt sie bei 200 Hz und 50 Phon Lautstärkeunterschied 5 %. Mit steigender Frequenz wird die Erscheinung unbedeutender, oberhalb von 1500 Hz läßt sie sich nicht mehr mit Sicherheit bestimmen. Eine Deutung der Beobachtungen ergibt sich aus dem Verlauf der Schaulinien gleicher Lautstärke, die in der Nähe der Hörschwelle im unteren Tonfrequenzbereich sehr große Steilheit haben, während sie für mittlere und große Lautstärken auch in diesem Gebiet ziemlich flach sind. Offenbar werden daher bei kleinen Lautstärken die dem in höchster Erregung befindlichen Ohrresonator benachbarten Resonatoren verschieden stark miterregt: die höher abgestimmten Resonatoren schwingen so kräftig mit, daß eine Erhöhung der Tonhöheempfindung entsteht. (Vierling, Z. techn. Physik Bd. 15, S. 641.) *Gff.*

Hochspannungstechnik.

Untersuchung von Hochspannungs-Stoßanlagen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen zur Erzeugung normgerechter Spannungstöße. — Im Zusammenhang mit der Aufstellung der 1934 erschienenen „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungstößen" (VDE 0450, ETZ 55 (1934), S. 522) sollten durch Untersuchung von verschiedenen Stoßanlagen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen versuchsmäßig Unterlagen für das Arbeiten mit Prüfspannungstößen geschaffen werden. In der Arbeit wird gezeigt, daß die Bestimmungen in den Leitsätzen sowohl für die Auswertung von Kathodenstrahl-Oszillogrammen (Abb. 18) als auch für die Berechnung von Stoßanlagen sehr zweckmäßig getroffen worden sind. Die Genauigkeit von vorgeschriebenen Berechnungsformeln genügt für den normalen Prüfbetrieb. Für größere Genauigkeitsansprüche werden Gleichungen zur Berechnung der Stirn- und Halbwertdauer entwickelt, die sich auf den VDE-Formeln aufbauen, und zu ihrer Ergänzung Korrekturen in Kurvenform beigefügt. Für den Aufbau einer Stoßanlage wird auf Grund der durchgeführten Versuche ein Ersatzbild (Abb. 19) angegeben, welches einerseits den tatsächlichen Verhältnissen mit genügender Genauigkeit entspricht, anderseits aber auch für eine Stoßanlage für übliche Verhältnisse nicht weiter vereinfacht werden darf. Unter Zugrundelegung dieses Ersatzbildes werden für Stoßanlagen, denen kein Kathodenstrahl-Oszillograph angegliedert ist, Wege zu einer zuverlässigen Bestimmung der einzelnen, nicht unmittelbar meßbaren Kenngrößen angegeben und ein Berechnungs- und Abmessungsgang



Stirn Rücken

Abb. 18. Stirn- und Rückenauswertung des Stoßspannungsverlaufes.

Digitized by Google

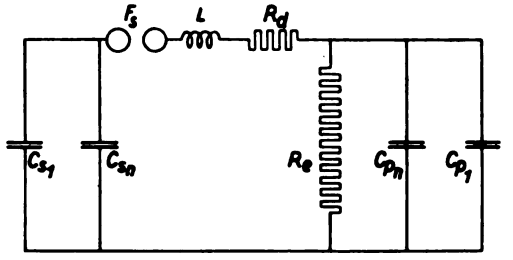


Abb. 19. Ersatzschema für den Normalaufbau einer Stoßanlage.

$C_{s_1} + C_{s_n} = C_s$ $\quad$ $C_{p_1} + C_{p_n} = C_p$

C_s	Wirksame Stoßgenerator-kapazität	C_{p_1}	Kapazität des Prüfobjektes
C_{s_1}	Aufbaukapazität des Stoß-generators	C_{p_n}	Nebenkapazität des Prüf-stromkreises
C_{s_n}	Quer-(Neben)-Kapazität des Stoßgenerators	R_d	Dämpfungswiderstand
C_p	Gesamtkapazität des Prüf-stromkreises	R_e	Endwiderstand
		L	Eigeninduktivität der Stoß-anlage
		F_s	Schaltfunkenstrecke

mit Nachprüfung durch den Kathodenstrahl-Oszillographen durchgeführt.

Ferner wird eine Eichkurve für positiven und negativen Stoß für eine 75 cm-Kugelfunkenstrecke in waagerechter Anordnung aufgestellt und der Weg ihrer Ermittlung beschrieben. Die Untersuchung von Widerständen auf Brauchbarkeit in Stoßanlagen ergibt, daß Wasserwiderstände als Dämpfungswiderstände ungeeignet, dagegen als Endwiderstände gut brauchbar sind. Sie weisen aber bei Hochspannungs-Stoßbelastung eine verschieden große Abweichung von dem bei Niederspannung gemessenen Wert auf, welche unter sonst konstanten Verhältnissen von der Elektrodengröße abhängig ist. Die Messungen wurden durchgeführt bei einem gleichbleibenden Verhältnis von Elektroden- zu Flüssigkeitsquerschnitt für Elektrodendurchmesser von 15 bis 1 cm. Gegenüber dem Nennwert ergab sich ein Widerstandschwund von 15 bis 45 %, der aber jeweils für eine feste Anordnung innerhalb eines großen Spannungs- und Frequenzbereiches unveränderlich ist.

Die für Dämpfungszwecke untersuchten Silitstäbe und Schniewindtbänder weisen in dem durch die Leitsätze festgelegten Bereich der Stirndauer von 0,5 bis 5 µs einen Widerstandschwund auf, dessen Größe von der Steilheit der Stoßstirn abhängig ist. Die zu untersuchenden Widerstände wurden als End- bzw. als Dämpfungswiderstände in Stoßanlagen eingebaut, deren Kenngrößen genau bekannt waren. Der tatsächliche Widerstandswert wurde dann mit Hilfe der Oszillogrammauswertung und der bekannten Kenngrößen ermittelt.

Zur Einhaltung eines bestimmten Spannungstoßes auch bei Anschluß von Prüflingen mit verschieden großer Kapazität muß in den meisten Fällen der Dämpfungswiderstand neu bemessen werden, während von einer Nachstellung des Endwiderstandes abgesehen werden kann. Diese häufige und den Prüfbetrieb störende Veränderung des Dämpfungswiderstandes kann durch die Parallelschaltung einer geeignet bemessenen Zusatzkapazität zum Prüfling vermieden werden. Durch zweckmäßige Bemessung der Kenngrößen kann der Spannungsverlust, der am Prüfobjekt gegenüber der Ladespannung des Stoßgenerators auftritt und durch verschiedene Ursachen bedingt ist, sehr klein gehalten werden. (Norman Lieber, Diss. Braunschweig 1934, desgl. Hescho-Mitt. 1935, Heft 71/72.) *Sb.*

Werkstatt und Baustoffe.

Lager aus Kunstharz-Preßstoff an Stelle von Metall- und Pockholzlagern. — Für Walzwerke spielen die Walzenlager aus Kunstharz-Preßstoffen bereits eine wichtige Rolle. Eine Untersuchung auf Wirtschaftlichkeit der neuen Lagerstoffe ist deshalb sehr wichtig.

An Hand einer großen Zahl von Beispielen, die aus dem praktischen Walzwerksbetrieb stammen, wird diese Frage für die neuen Lager näher beleuchtet. Die Ergebnisse sind sehr ermutigend und stellen für den Walzwerkbetrieb noch ganz beträchtliche Unkostenersparnisse bei weiterer Einführung der neuen Lagerstoffe in Aussicht. So wird die Lebensdauer von Preßstoff- und Bronzelagern

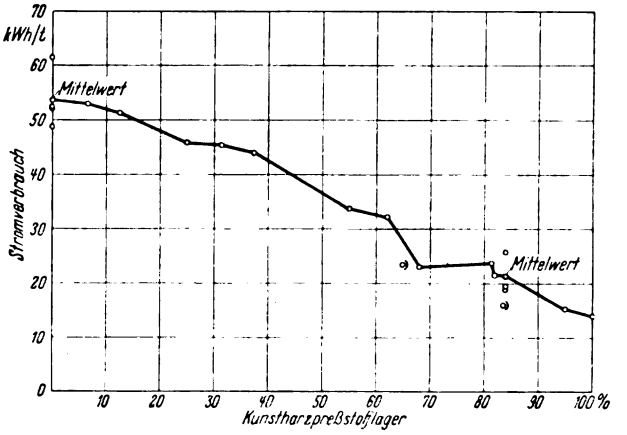


Abb. 20. Stromverbrauch bei Verwendung von Kunstharz-Preßstofflagern.

in einem Beispiel, betreffend eine 530er Vorstraße, in einem Verhältnis von 38 000 : 9900 (t Walzgut) angegeben. Dies bedeutet nicht weniger als eine 383prozentige Steigerung der Lagerlebensdauer bei Verwendung von Kunstharz-Preßstoffen gegenüber Bronze, verbunden mit einer Senkung der reinen Lagerkosten von 84 Rpf auf 40 Rpf je 100 t Walzgut, also um 52 %.

Die Auswirkung des geringeren Reibungsfaktors von Preßstofflagern auf den Strombedarf für die Antriebsmotoren wurde in einem großen Dressierwalzwerk mit etwa 60 Lagern praktisch überprüft. Abb. 20 gibt eine Nebeneinanderstellung von verbrauchten Kilowattstunden je Tonne Walzgut und des Bronzelagerteils in Prozenten der Gesamtlagerzahl über eine Versuchszeit von etwa 20 Monaten hinweg. Obwohl der Arbeitsverbrauch je Tonne anscheinend stark von der Höhe der Gesamterzeugung abhängig ist — während der vorliegenden Versuche schwankte sie zwischen 68 500 und etwa 91 400 t —, ist ganz klar zu ersehen, daß mit abnehmender Bronzelagerzahl und entsprechendem Ersatz durch Kunstharz-Preßstofflager eine Senkung des Stromverbrauchs von rd. 50 kWh auf rd. 14 kWh je Tonne, also um 72 %, erreicht wurde. Weitere Vorteile der Preßstofflager bei mangelhafter Schmierung und im Walzwerksbetrieb sind gegenüber Bronzelagern: geringe Anlauf- und Betriebsreibung, geringer Verschleiß und lange Lebensdauer und damit verminderte Unkosten für Montage, Einstellarbeit und Walzgutausfall.

Hinsichtlich des Aufbaues der neuen, ausschließlich offenen Lager ist besonders bemerkenswert, daß eine Armierung der Stücke durch Bolzen und Platten als überholt anzusehen ist. Abgesehen davon, daß die Metallbolzen beim Abwalzen eine Riefenbildung am Zapfen zur Folge haben, erfüllen sie mit zunehmender Zerstörung ihren ursprünglichen Zweck, nämlich Erhöhung der Lagerfestigkeit, doch nicht mehr, so daß als einziges Hilfsmittel ein genaues Einpassen der Lager in die Einbaustücke bleibt, welche damit die eigentliche mechanische Beanspruchung aufnehmen. Allerdings dürfte die Armierung jedoch bei einer Reihe von Konstruktionen insofern nötig sein, als die Lager aus verschiedenen Teilen oder aber aus geschichteten Preßstoffen mit geringer Spaltfestigkeit aufgebaut sind. An die Stelle dieses Aufbaues hat die Entwicklung der letzten Jahre einen neuen und besseren gesetzt[1]). Die mechanische Festigkeit dieser neuen Lager ist ganz beträchtlich erhöht, und bei der Formgebung macht eine genaue Anpassung an die seitherige Bronzelagergestalt im allgemeinen keine Schwierigkeiten mehr.

Wenn im Zusammenhang mit den Wirtschaftlichkeitsfragen eine große Reihe von Beispielen aufgeführt wird, so mahnen diese den Fachmann zwangsläufig an eine sehr unangenehme Tatsache, die einer schnellen Verbreitung der Kunstharz-Preßstofflager hemmend im Wege steht. Es ist dies die derzeitige Vielheit von Zapfenabmessungen, die in den Walzgerüsten z. T. innerhalb derselben Typen zu finden ist und die zur Folge hat, daß ebenso viele Preßmatrizen für Lager angefertigt werden müssen, deren Kosten sich selbstverständlich auf die Lagerpreise auswirken. Eine Reihe von Walzwerkfachleuten hat diese Frage schon eingehend studiert, und es ist zu begrüßen, daß auch von verschiedener Seite schon Vereinheitlichungs- bzw. Normungsbestrebungen im Gange sind. Es bleibt

[1]) Armbruster, ETZ 56 (1935) H. 10, S. 291.

Digitized by Google

nur zu wünschen, daß die notwendige Zusammenarbeit besonders auch mit den Gerüstherstellern eine möglichst fruchtbare werden wird. (Nach Kiel, Stahl u. Eisen Bd. 55, S. 105.) *Ab.*

Haften von galvanischen Niederschlägen. — Michel Cymboliste hat auf Eisen, Gußeisen, Kupfer, Messing, Bronze, Nickel und Aluminium elektrolytisch Kupfer, Nickel, Kobalt und Chrom niedergeschlagen und die Haftfestigkeit gemessen durch die Kraft, welche von der Flächeneinheit den Niederschlag abreißt. Mikrophotographien wurden von Schnitten in der Berührungsfläche und senkrecht zu ihr vor und nach dem Abreißen aufgenommen. Sie zeigen z. B., wie ein guter Nickelniederschlag Gußeisenteilchen mit abreißt, und geben Winke, wie Fehler beim Niederschlagen zu vermeiden sind. (Bull. Soc. franç. Électr. Bd. 4, S. 1137.) *K. A.*

Neuer Ölprüfer. — Das Gerät entspricht in seinem Aufbau und seiner Schaltung der wohlbekannten deutschen Bauweise und ist mit einer einstellbaren, genormten VDE-Funkenstrecke mit 25 mm Krümmungsradius und einem Transformator für 50 kV ausgerüstet. Es ist samt Zubehör in einem fahrbaren Blechschrank untergebracht. Die veränderbare Primärspannung zur Speisung des Transformators wird an einem Schiebewiderstand abgegriffen, der über einen kleinen Selbstschalter an das 220 V-Wechselstrom-Lichtnetz über eine gewöhnliche Steckdose angeschlossen wird. Ein fester Widerstand im Primärkreis begrenzt den Sekundärstrom beim Durchschlag. Der Verbrauch beträgt 550 VA bei 50 Hz und 1550 VA beim Ansprechen der Funkenstrecke bei Erregung auf 50 kV. Der Transformator hat Masseisolation, das Prüfgefäß aus Porzellan mit 0,4 l Inhalt ist oben auf der Durchführung befestigt. Die Prüfung kann erst nach Schließen des mit Glasfenster versehenen Deckels erfolgen, wobei ein Sicherheitskontakt im Primärkreis des Transformators geschlossen wird. Außerdem ist im Deckel eine Heizkammer getrennt angeordnet, in der das gereinigte Gefäß vor Füllung 45 Minuten vorzutrocknen ist. Danach wird das Gefäß samt der zu prüfenden Ölfüllung eine halbe Stunde lang in die Heizkammer gesetzt, um mitgerissenen Luftbläschen Gelegenheit zu geben, aufzusteigen, wobei die heiße trockene Luft Aufnahme von Wasser aus der Atmosphäre ausschließt. Endlich bringt man das gefüllte Porzellangefäß auf die Durchführung des Transformators, schließt den Deckel und wartet, bis das Öl auf 15 bis 25 ° erkaltet ist, um nunmehr mit der Durchschlagsprüfung zu beginnen. Die Durchschlagspannung wird in Kilovolt an einem Spannungszeiger im Deckel des Schrankes abgelesen. Die Festigkeit des Öles wird durch Multiplikation mit einem Faktor ermittelt, dessen Abhängigkeit von der Schlagweite einer Schaulinie zu entnehmen ist.

Die Vortrocknung des Gefäßes ist zweckdienlich, dagegen scheint uns die längere Erwärmung und folgende Abkühlung des Öles für den betriebsmäßigen Gebrauch zu zeitraubend. Wir wissen ferner, daß Öl gerade bei der Abkühlung aus feuchter Außenluft leicht Wasser aufnimmt, weil sich infolge der Ölströmungen die mit Luft in Berührung kommende Öloberfläche ständig erneuert. Gegenüber den neueren deutschen Ölprüfern, die tragbar sind, ist das Asea-Gerät reichlich schwer (190 kg) und groß (Grundfläche: 690 × 580, Höhe: 920). Auch bieten die erstgenannten Geräte den Vorteil, daß man an der Skala des Meßinstruments unmittelbar die Durchschlagsfestigkeit in kV/cm ablesen kann. *W. Es.*

AUS LETZTER ZEIT.

9. Vollversammlung der Internationalen Beleuchtungskommission. — Die Internationale Beleuchtungskommission (IBK) wird vom 30. VI. bis 10. VII. ihre 9. Vollversammlung in Berlin und Karlsruhe abhalten. Die Tagung, die als Arbeitstagung wesentlich von Vorträgen und Besprechungen innerhalb der einzelnen Fachgruppen ausgefüllt ist, wird am 30. VI. in Berlin mit einer Festsitzung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft (DLTG) eingeleitet. Die Vorträge und Fachgruppensitzungen in Berlin dauern bis zum 5. VII.; am 6. VII. begeben sich die Teilnehmer über Heidelberg nach Karlsruhe. Alle fachlich Interessierten sind zu allen Beratungen und Veranstaltungen als Gäste willkommen. Näheres durch die DLTG, Berlin W 30, Geisbergstr. 5/6.

Erweiterung des britischen Rundfunksenders in Daventry. — Der Erfolg der Reichsendungen hat die britische Rundfunkgesellschaft veranlaßt, die Erweiterung des Senders Daventry durch zwei Kurzwellensender von höherer Leistung als die vorhandenen in Aussicht zu nehmen. Auch die Antennenanlage wird auf Grund der in den letzten 2½ Jahren in Daventry gesammelten Erfahrung ausgebaut werden. Nach Fertigstellung der neuen Sender sollen die beiden vorhandenen zu einer Anlage von höherer Leistung vereinigt werden.

Rundfunk in Rußland. — Nach Angaben, die auf einer Versammlung der russischen Funkausschüsse in Moskau mitgeteilt worden sind, sind in Rußland z. Z. 26 Mill Rundfunkhörer vorhanden, die von 66 Rundfunksendern versorgt werden. Im vergangenen Jahre wurden 140 000 Sendestunden in 62 verschiedenen Sprachen geleistet.

Funksprechen im Eisenbahndienst. — Nach einer Reutermeldung sollen in Frankreich die Lokomotiven Funkeinrichtungen erhalten, durch die die Lokomotivführer und Signalwärter in ständiger Verbindung miteinander stehen.

25 Jahre Bakelite-Gesellschaft. — Im Jahre 1910 wurde von Dr.-Ing. E. h. Weger die Bakelite-Gesellschaft m. b. H., Erkner/Berlin, gegründet. In dem verhältnismäßig kurzen Zeitraum von 25 Jahren wuchs die Bakelite-Gesellschaft unter seiner technischen Leitung aus kleinen Anfängen heraus zu einem großen Unternehmen heran. Die im Aufsteigen begriffene Elektrotechnik bot der jungen Kunststoffindustrie willkommene Gelegenheit zur Entwicklung und weiteren Vervollkommnung; heute bedienen sich zahlreiche andere Industriezweige dieser Kunststoffe und neue Verwendungsgebiete wurden gefunden. Die deutsche Kunstharzerzeugung, an der die Bakelite-Gesellschaft großen Anteil hat, wird heute auf mehr als 25 % der Welterzeugung geschätzt.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Vorschriftenbuch.

Da der erste Druck der neuen 20. Auflage nach dem Stande am 1. I. 1935, der am 25. März d. J. erschien, nach kurzer Zeit vergriffen war, so daß spätere Bestellungen nicht ausgeführt werden konnten, mußte ein unveränderter Nachdruck veranstaltet werden, der nunmehr versandbereit vorliegt.

Da der Nachdruck nur gering bemessen ist, empfiehlt es sich, weiteren Bedarf sofort aufzugeben[1]).

[1]) Preise s. H. 21 der ETZ, S. 595.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Änderung von § 92 in

VDE 0610/1928

Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.

§ 92.

a) Stahlpanzerrohre müssen DIN VDE 9010, Stahlrohre für Verschraubung DIN VDE 9020, Stahlrohre ohne Verschraubung DIN VDE 9021 entsprechen.

b) Jedes Rohr muß ein Ursprungszeichen, das den Hersteller erkennen läßt, mindestens einmal tragen; das Zeichen muß haltbar angebracht sein.

c) Beim Stahlpanzerrohr nach DIN VDE 9010 muß das Papier so getränkt sein, daß sich beim Abwickeln der Papierlagen keine unimprägnierten Stellen vorfinden.

Digitized by Google

Bekanntmachungen.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat einen Entwurf 1 zum Normblatt

DIN VDE 9021 „Stahlrohre ohne Verschraubung zur Verlegung in gewerblichen Räumen auf Putz"

aufgestellt, der nachstehend bekanntgegeben wird.

Durch die Einführung von Normen für Stahlrohre ohne Verschraubung ist eine Änderung von § 92 in

VDE 0610/1928 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I."

bedingt. Ein Entwurf zu dieser Änderung ist ebenfalls nachstehend abgedruckt.

Einsprüche zu dem Normblatt und dem neuen Wortlaut von § 92 sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Juli 1935 an die Geschäftstelle des VDE einzureichen.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat beschlossen,

VDE 0610/1928 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I."

bezüglich der Wärmesicherheit der Isolierteile für Fassungen zu erweitern.

Demzufolge soll hinter § 70 ein neuer § 70 A eingefügt werden; der Wortlaut wird nachstehend bekanntgegeben.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Juli 1935 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

Wird ein gebrauchsfertiges Rohr von 0,5 m Länge während 10 min bei 70 ° erwärmt, so dürfen sich an der Innenwand keine Tropfen infolge Ausschwitzens von Imprägniermasse zeigen.

Beim Durchsehen ist festzustellen, ob sich die innere Papierlage während des Erwärmungsversuches losgeschält oder die lichte Weite des Rohres sonstwie verändert hat.

d) Stahlpanzerrohre nach DIN VDE 9010 müssen außen und Stahlrohre nach DIN VDE 9020 und 9021 außen und innen mit einem rostschützenden Überzug versehen sein, der nachstehende Prüfbestimmungen erfüllt.

e) Feststellung der Gleichmäßigkeit des rostschützenden Überzuges durch Korrosionsprüfung.

Rohrstücke müssen vor der Prüfung gründlich gereinigt werden. Um Fehler oder mechanische Verletzungen des Überzuges festzustellen, werden die Rohrstücke in ein möglichst frisch hergestelltes Gemisch von

3 Teilen 1%-ige Lösung von rotem Blutlaugensalz und
1 Teil 1%-ige Lösung von Ammoniumpersulfat

nach dem Paraffinieren der Schnittflächen 10 min lang hineingestellt. Danach werden die Rohrstücke so langsam senkrecht aus der Lösung herausgezogen, daß keine Flüssigkeit daran haften bleibt. Durch die Einwirkung der Lösung dürfen weder tiefblaue Flecken entstehen noch darf eine allgemeine leichte Blaufärbung eintreten.

f) Rohrstücke nach DIN VDE 9010 und 9020 werden bis einschließlich der mit 21 bezeichneten Dimension mit den im Handel üblichen Biegevorrichtungen nach Tafel IX so gebogen, daß eine Gesamtbiegung von 90 ° erreicht wird. Die dabei auftretende Verflachung des Rohres darf den angegebenen Prozentsatz des ursprünglichen Außendurchmessers nicht überschreiten. Die Rohrstücke dürfen nicht brechen und die Längsnähte nicht aufgehen.

Tafel IX.

Rohrbezeichnung	9	11	13,5	16	21
Halbmesser r in mm . . .	110	110	140	140	160
Zulässige Abflachung in %.	5	10	12	15	15

g) Rohrstücke nach DIN VDE 9021 werden bis einschließlich der mit 23 bezeichneten Dimension in gleicher Weise wie unter f) nach Tafel X gebogen.

Tafel X.

Rohrbezeichnung	9	11	13,5	16	23
Halbmesser r in mm . . .	75	110	180	180	250
Zulässige Abflachung in %.	5	10	10	12	15

Mai 1935

Noch nicht endgültig

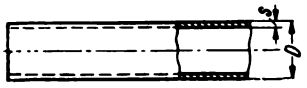
Stahlrohre

ohne Verschraubung zur Verlegung in gewerblichen Räumen auf Putz

DIN Entwurf 1 VDE 9021

Maße in mm

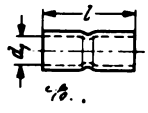
Stahlrohre



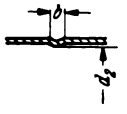
Bezeichnung eines geschweißten Stahlrohres mit Innendurchmesser 13,5 mm: Stahlrohr 13,5 VDE 9021

Rohrbezeichnung	Äußerer Durchmesser		Stahlmantel	
	D	zulässige Abweichung	Wanddicke s	zulässige Abweichung
9	10	± 0,1	0,9	± 0,05
11	13	± 0,1	0,9	± 0,05
13,5	15,8	± 0,1	0,9	± 0,05
16	18,5	± 0,1	1	± 0,15
23	26	± 0,2	1	± 0,15
29	34,5	± 0,2		± 0,2
36	42,5	± 0,25	1,5	± 0,25
48	52	± 0,25	1,5	± 0,25

Übliche Fabrikationslänge ≈ 3 m



Stahlrohrmuffen



Bezeichnung einer Muffe für Stahlrohr 13,5: Stahlrohrmuffe 13,5 VDE 9021

Muffenbezeichnung	Innerer Durchmesser		Wanddicke		Mindestlänge	Stoßnut	
	d_1	Zulässige Abweichung	s	Zulässige Abweichung	l	Breite b	Innerer Durchmesser d_2
9	10,4	± 0,2	0,9	± 0,05	40	4	8,2
11	13,4	± 0,2	0,9	± 0,05	40	4	11,2
13,5	16,3	± 0,25	0,9	± 0,05	50	4	14
16	19	± 0,3	1	± 0,15	50	4	16,5
23	26,7	± 0,45	1	± 0,15	70	4	24
29	35,3	± 0,5	1,25	± 0,2	70	4	32
36	43,5	± 0,5	1,5	± 0,25	80	6	39,5
48	53,2	± 0,55	1,5	± 0,25	80	6	49

Werkstoff für Rohr und Muffe: Flußstahl gewalzt.
Prüfung nach den Vorschriften des VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Digitized by Google

Ausschuß für Installationsmaterial.

Ergänzung von

VDE 0610/1928

Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.

§ 70 A.

Die Wärmesicherheit der nicht keramischen Isolierstoffteile von Fassungen wird ferner bei den in der nachstehenden Tafel angegebenen Temperaturen in einem Wärmeschrank nach § 101, jedoch ohne Gewichtsbelastung, geprüft.

Fassung	Prüftemperatur
E 14	150°
E 27	180°

Die Prüfdauer beträgt 168 h (ununterbrochen). Die Prüftemperatur wird mit einer Toleranz von ± 5 ° eingehalten.

Die Fassung darf durch die Wärmebehandlung keine für ihren weiteren Gebrauch nachteiligen Veränderungen erleiden. Als nachteilige Veränderungen gelten insbesondere:

Beeinträchtigung des Berührungsschutzes, Lockerung der Kontaktverbindungen, Risse, Beulen, Schrumpferscheinungen (Gewinde müssen lehrenhaltig sein).

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Aus dem Gau Bergisch-Land.

Am 19. II. d. J. hielt J. Bruncken in Elberfeld einen Vortrag über „Regulierbare Drehstrommotoren".

Seitdem der asynchrone Drehstrommotor sich den Markt erobert hat, muß man in bezug auf seine gute Reguliermöglichkeit mehr oder weniger zu Behelfsschaltungen greifen. Handelt es sich um eine stufenlose Regulierung, dann genügt es, bei kleineren Leistungen den Schleifringankermotor in Verbindung mit Regulierwiderstand im Läuferstromkreis zu verwenden. Wo man dagegen mit zwei oder drei festen Drehzahlen auskommt, hat man bisher die bereits allgemein bekannte Kaskadenschaltung angewendet, die zwar umständlich ist, aber immerhin einen verhältnismäßig guten Wirkungsgrad ergibt und wobei dann wieder bei jeder Drehzahl der Nebenschlußcharakter gewahrt ist. In der letzten Zeit haben die polumschaltbaren Motoren in Verbindung mit Käfiganker in großem Maße den Markt erobert. Diese Motoren gestatten zwar keine stufenlose Regelung, es lassen sich aber immerhin zwei, drei oder sogar vier verschiedene Drehzahlen im Nebenschlußcharakter auf verhältnismäßig einfache Art bei gutem Wirkungsgrad erreichen.

Anschließend trug Dir. Niemann über „Mechanische Regulierbetriebe" vor. Die mechanisch stufenlos regelbaren Getriebe werden in drei Gruppen eingeteilt: 1. Reibräder- und Reibscheibengetriebe; 2. hydraulische Getriebe oder preßölgetriebene Flüssigkeitsgetriebe und 3. Zugorgangetriebe. Es wurde erwähnt, daß auf die Dauer brauchbare Getriebe der Gruppe 1 Reibräder- und Reibscheibengetriebe für nennenswerte Leistungen bisher noch nicht entwickelt werden konnten. In der Gruppe Preßöl-getriebene Flüssigkeitsgetriebe wurden die verschiedenen Getriebe besprochen. Auf die dritte Gruppe, Zugorgangetriebe, wurde, weil sich diese Art von stufenlos regelbaren Getrieben in der Praxis ganz besonders bewährt hat, etwas näher eingegangen. Es wurde darauf hingewiesen, daß sich bei dem Variator vom Typ AS Zahnradübersetzungen sowohl auf der antreibenden wie auf der abtreibenden Welle konstruktiv formschön anbauen lassen, so daß die meisten Wünsche aus der Praxis auf Erreichung bestimmter Drehzahlen durch dieses Reguliergetriebe erfüllt werden können.

Aus dem Gau Niederschlesien.

Über „Die Verwendung elektrischer Fahrzeuge zur Ersparnis devisenbedingter Rohstoffe" sprach am 10. IV. 1935 Herr Dipl.-Ing. Rödiger. Der Vortragende gab einen Überblick über Art und Menge der Erzeugung fester, flüssiger und gasförmiger Treibmittel aus heimischen Rohstoffen und ging dann ausführlich auf die akkumulator-elektrischen Fahrzeuge ein, umriß die Grenzen ihrer wirtschaftlichen Verwendung auf Straße, Schiene und Wasser und schilderte anschaulich den Einfluß der Elektrisierung des Nahverkehrs auf Volkswirtschaft und Devisenbedarf. Die Ausführungen ergaben, daß durch die Umstellung des Nahverkehrs auf elektrischen Betrieb jährlich rd. 660 000 t Treibstoff, den wir jetzt aus dem Ausland einführen, gespart werden können, während den Elektrizitätswerken durch Batterieladung eine erwünschte Nachtbelastung durch Lieferung von rd. 930 Mill kWh im Jahr erschlossen wird.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus. Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Fachsitzung

für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am 22. I. 1935 in der Technischen Hochschule Berlin.

Besprechung der Vorträge

der Herren: Obering. Schwenk (Frankfurt a. M.) über:

„Steigerung der Ausschaltleistung von Leistungsschaltern in bestehenden Schaltanlagen"[1])

und Obering. Andorff (Mannheim) über:

„Masselose eisengekapselte Hochspannungsschaltanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung von Wasserschaltern".[2])

Vorsitz: Herr Chefelektriker Dr.-Ing. E. Krohne.

Vorsitzender: Der heutige Abend wird sich von früheren in diesem Fachausschuß veranstalteten Abenden in erster Linie dadurch unterscheiden, daß er vorzugsweise der Aussprache gewidmet sein soll, und zwar der Aussprache über das Thema: „Bemerkenswertes aus der Entwicklung des deutschen Hochspannungs-Schaltanlagenbaues im Jahre 1934." Der Vorsitzende ist zu dieser Ausgestaltung des Abends gekommen, weil er weiß, daß hier viele Fachleute sitzen, denen die bemerkenswerten Neuerungen im deutschen Schaltanlagenbau 1934 gut bekannt sind. Er hat aber in mehrfachen Aussprachen mit Fachkollegen festgestellt, daß der Wunsch besteht, über diese Neuerungen Betriebserfahrungen zu hören und auch etwas über die Hoffnungen zu erfahren, die man mit diesen Neuerungen verbindet.

In dankenswerter Weise haben sich einige Herren zur Verfügung gestellt, um zur Vorbereitung der Aussprache Ihnen einiges in kurzen Worten vorzutragen. Als erster dieser Herren wird Herr Obering. Schwenk (Frankfurt a. M.) über „Steigerung der Ausschaltleistung von Leistungschaltern in bestehenden Schaltanlagen" berichten.

(Folgt Vortrag.)

Vorsitzender: Der Beifall der Versammlung hat Ihnen, Herr Schwenk, gezeigt, daß Ihre Ausführungen zweifellos sehr beachtlich sind. Ich werde im Anschluß an jeden Vortrag die in der Einladung mitgeteilte Diskussionsfrage zur Aussprache stellen. Die Frage zum Vortrag des Herrn Schwenk lautet: „Ist der Umbau vorhandener Ölschalter mit Rücksicht auf die Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit zu verantworten?"

[1]) Vgl. S. 639 dieses Heftes.
[2]) Vgl. S. 643 dieses Heftes.

Digitized by Google

Abb. 1 a.

Herr **Kesselring**: Die von Herrn SCHWENK gezeigte Kurve, wonach der Umbau eines alten Ölschalters nur etwa den achten Teil eines entsprechenden neuen Schalters kosten soll, hat auf dem gesamten Schaltermarkt eine starke Beunruhigung hervorgerufen. Es ist daher nötig, sich mit der Frage des Umbaues alter Schalter eingehend zu beschäftigen. Dabei ist es wichtig, sich folgendes vor Augen zu halten:

Im Verlauf der letzten 30 Jahre sind Ölschalter von der einfachsten bis zur schwersten Bauart geliefert worden, und es erscheint daher zunächst erforderlich zu untersuchen, ob alle Typen ausnahmslos zur Verbesserung geeignet sind. In Abb. 1 sind drei typische Ölschalterbauarten zusammengestellt. In der Zeit vor etwa 1920 (vgl. Abb. 1a) waren die Leistungen relativ klein und die Ölschalterkonstruktion entsprechend leicht. Man hat fast ausnahmslos unter Öl horizontale Isolation verwendet. Die Kessel waren viereckig, die Durchführungen von einfachster Bauart.

In dem Zeitabschnitt von 1920 bis etwa 1928 waren die Leistungen schon wesentlich größer. Beeinflußt durch einige Ölschalterstörungen wurden die Schalter sehr schwer und groß gebaut, was auch einen entsprechend hohen Preis zur Folge hatte (vgl. Abb. 1 b).

1929 kamen die ersten großen Hochleistungs-Prüffelder in Betrieb. Entsprechend den zunehmenden Kenntnissen wurden die Schalterkonstruktionen wieder einfacher und klarer. Überall wurden runde Kessel, dichte gewölbte Deckel, senkrechte Isolation, große Abschaltwege und sichere Durchführungen verwendet (vgl. Abb. 1 c).

Die Schalter aus dem letzten Zeitabschnitt sind heute fast durchweg noch so hochwertig und gut, daß man von einer Verbesserung absehen kann. Bei den kleinen Schaltern gemäß Abb. 1 a besteht sehr oft aus räumlichen Gründen keine Möglichkeit, Kammern einzubauen. Auch wirtschaftlich ist der Anreiz nicht groß, denn diese Schalter sind meist schon sehr lange in Betrieb und waren auch zur Zeit ihrer Anschaffung verhältnismäßig billig. Ferner ist zu bedenken, daß durch den Einbau der Kammern allenfalls nur die Ausschaltleistung verbessert wird, daß aber die anderen Mängel dieser Schalter, wie ungenügende Spannungssicherheit, ungenügende Einschaltfestigkeit usw. zunächst nicht behoben werden.

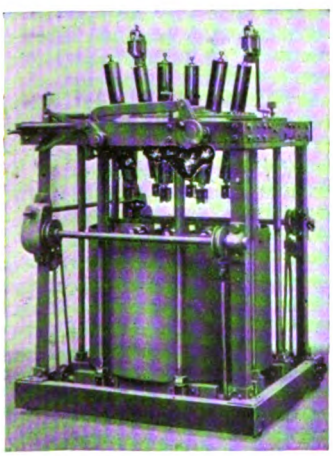


Abb. 1 b.

Aus all dem geht hervor, daß vor allem die Schalter gemäß Abb. 1 b für eine evtl. Verbesserung durch Einbau von Kammern in Frage kommen. Diese Schalter waren bei der Anschaffung teuer und sind im allgemeinen heute noch nicht abgeschrieben.

Da der Schalter das Sicherheitsorgan des Netzes ist, muß man sich aber gewissenhaft fragen, ob es tatsächlich ausreichend ist, lediglich die Ausschaltleistung heraufzusetzen. Ein Schalter mit horizontaler Isolation wird nach wie vor eine schwache Stelle im Netz sein. Bei den älteren Konstruktionen sind meist die Eisenteile für die Führung der Traverse sehr weit nach unten gezogen, so daß der Lichtbogen evtl. daran Fuß fassen kann. Sehr oft wird auch der vorhandene Hand- oder Fernantrieb den erhöhten Beanspruchungen nicht mehr genügen, denn es ist zu beachten, daß Ausschaltleistung und Einschalt-Stromstoß im Netz fest miteinander verknüpft sind. Wird die Ausschaltleistung größer, so ist auch das Einschalten entsprechend schwieriger. Es ist daher unbedingt notwendig, daß man die Einschaltfestigkeit des Schalters beim Umbau ebenfalls erhöht.

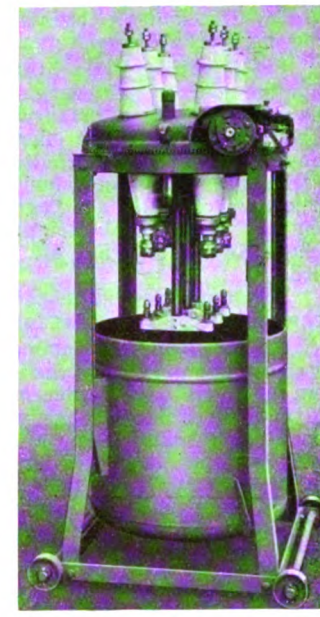


Abb. 1 c.

Ich führe dies alles an, um zu zeigen, daß mit dem Einbau einer neuen Kammer ein Schalter noch lange nicht wieder vollwertig ist, sondern daß man in jedem Falle gewissenhaft prüfen muß, welche anderen Konstruktionselemente des Schalters ebenfalls noch verstärkt werden müssen. Berücksichtigt man dies, so wird das Preisverhältnis zwischen dem umgebauten und einem neuen Schalter meist wesentlich anders, als wir es vorhin kennengelernt haben.

Zum Schluß möchte ich noch einiges über die Kammern sagen, die man zur evtl. Verbesserung eines Schalters verwenden kann. In Abb. 2 sind vier Konstruktionen zusammengestellt. Man könnte sie leicht noch vermehren. Die normale Löschkammer ist Ihnen allen bekannt. Sie ist in ihrem Aufbau am einfachsten und in den Abmessungen am kleinsten. Infolge des relativ hohen Druckes, der beim Abschalten großer Ströme in der Löschkammer auftritt, wird im allgemeinen die Traverse stark beschleunigt, und es verträgt daher nicht jeder Schalter die nach Einbau von Löschkammern auftretende höhere Beanspruchung, falls nicht entsprechende Dämpfungseinrichtungen und Verstärkungen des mechanischen Aufbaues zugleich vorgesehen werden.

Wesentlich günstiger ist in dieser Hinsicht die elastische Kammer, da bei ihr der Druck auf etwa 15 at begrenzt ist. Die Beschleunigungskräfte sind wesentlich kleiner, die Löschung bedeutend besser.

Das Deion-Grid, mit dem hauptsächlich in Amerika sehr viele Ölschalter ausgerüstet worden sind, beruht darauf, daß durch ein magnetisches Kraftfeld der Lichtbogen in einen Spalt hineingepreßt wird, in dem er in sehr enge Berührung mit dem Öl kommt.

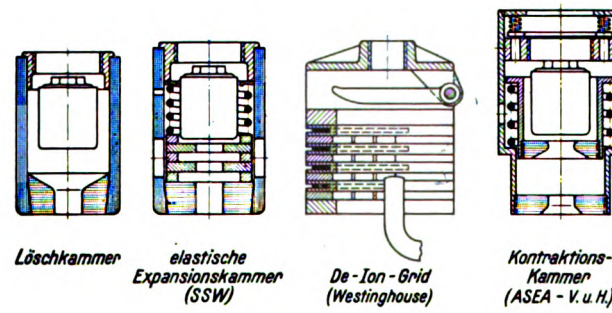


Abb. 2.

Digitized by Google

Die Druckausgleichskammer haben wir in dem Vortrag des Herrn Schwenk genau kennengelernt.

Bei objektiver Betrachtung ergibt sich hinsichtlich der Eignung der verschiedenen Kammern folgendes Bild: Die weitaus meisten Erfahrungen liegen bei der normalen Löschkammer vor. Die elastische Kammer ist vor allen Dingen in Expansionsschaltern, das Deion-Grid bei den Ölschaltern der Westinghouse erprobt worden. Bei der Druckausgleichskammer liegen bis heute kaum Erfahrungen vor. Man muß abwarten, ob eine Kammer mit beweglichem Kolben sich auf die Dauer im Betrieb bewähren wird.

Zusammenfassend möchte ich vom Standpunkt des Schalterkonstrukteurs aus folgende Richtlinien geben:

Beim Einbau von Kammern in alte Ölschalter ist gewissenhaft zu prüfen, welche Konstruktionselemente außerdem noch verstärkt werden müssen und auf welche Weise die erforderliche Einschaltfestigkeit erreicht wird. Für den Umbau kommen vor allen Dingen Schalter aus der mittleren Bauperiode gemäß Abb. 1 b in Frage. Da auch ein umgebauter Ölschalter zu Störungen Anlaß geben kann, ist die ganze Frage auch vom Standpunkt des Schaltanlagenkonstrukteurs aus zu prüfen, worauf mein Kollege, Herr SIHLER, noch näher eingehen wird. (Beifall.)

Herr Sihler: Nach dem was wir gehört haben, interessiert die Verbraucherschaft vor allem, ob in der gezeigten Preiskurve alles enthalten ist, was mit dem Umbau des Schalters zusammenhängt, also die Wirtschaftlichkeit. Ist es z. B. erforderlich, daß der Antrieb entsprechend den bei der größeren Einschaltleistung vorhandenen größeren Gegenkräften verstärkt wird? Sodann ist doch auch noch ein großer Teil derjenigen Schalter, welche für den Umbau in Frage kommen, offen aufgestellt. Bei der höheren Abschaltleistung würde aber ein Belassen der offenen Aufstellung, also ohne Schutzwände zwischen Schalter und Bedienungsmann, als fahrlässig zu betrachten sein. Denn es können doch an jedem Schalter, zumal an den älteren, welche jahrelang schon vorbeansprucht sind, mechanische Fehler auftreten, die sich bei der gestiegenen Abschaltleistung sehr unangenehm auswirken können. Man muß also mindestens diese Schalter auch noch nachträglich in eine Kammer einbauen, um den Bedienungsmann bei evtl. Vorkommnissen nicht zu gefährden und um nicht den gesamten Betrieb zu verqualmen.

Wer prüft, ob der betreffende Schalter tatsächlich noch umgebaut werden darf, ob der Kessel, den häufig eine andere Firma geliefert hat, den neuen Beanspruchungen gewachsen ist und wer entscheidet, ob der alte Antrieb für die neue Leistung ausreicht? Wer trägt letzten Endes die Verantwortung, daß der gesamte, umgebaute Schalter nebst Antrieb den Leistungen der neuen Kammern entspricht?

Gelten bei Berücksichtigung all dieser Tatsachen noch die Preiskurven und ist dann der Umbau noch wirtschaftlich gerechtfertigt?

Herr Klostermann: Es dürfte hier interessieren, daß die BEWAG z. Z. neun alte Ölschalter der Reihe 30 des Baujahres 1925, die in ihrer Abschaltleistung unsicher waren, durch Löschkammern verstärken läßt. Es handelt sich hier um die einfachen Kammern, die Herr Dr. KESSELRING mit Abb. 1 bezeichnet. Vor Auftragserteilung wurde eine Probeausführung einer Kurzschlußprüfung im Netz unterzogen, die im wesentlichen ein gutes Ergebnis zeigte. Bezogen auf 30 kV wurden nacheinander 119, 173, 268 und 304 MVA abgeschaltet. Die Lichtbogenzeit schwankte hierbei zwischen 55 und 60 ms. Bei dem geringen Kontaktabbrand war anzunehmen, daß noch eine höhere Abschaltleistung hätte erzielt werden können. Mit Rücksicht auf die nicht höhere Kurzschlußleistung am Einbauort (Abspannwerk Wilhelmsruh) wurde jedoch nicht weiter geprüft. Die Kosten waren gering gegenüber dem Aufwand für neue Schalter. Auch der Antrieb mußte verstärkt werden, da eine höhere Schaltgeschwindigkeit nötig war.

Die von Herrn SCHWENK am Schluß gezeigten Preiskurven zeigten für Schalter der Reihe 10 bei Verstärkung durch Löschkammern geringere Kosten als für neue Schalter. Ich würde gern erfahren, wie diese Kosten ermittelt worden sind. Wir haben ein Angebot vorliegen auf Verstärkung von Schaltern der Reihe 10/600 A, nach dem die Ausrüstung der Schalter mit ASEA-Löschkammern um mehr als 50 % teurer ist als ein neuer Schalter. (Heiterkeit.)

Herr Möllinger: Herr Dr. KESSELRING hat in erster Linie die Schalter in der Reihenfolge ihrer Entwicklung unterteilt, und die Typen der verschiedenen Entwicklungsstufen größerer Schalter auf die Einbaufähigkeit der Voigt & Haeffner-Kammer untersucht. Ich glaube, man müßte auch eine Unterteilung der in den Netzen vorhandenen Schalter in der Reihenfolge ihrer Leistungsfähigkeit (Nennstromstärke) treffen und prüfen, wie weit das erwähnte Verfahren auf die Typen vor allem kleiner Nennstromstärken Anwendung finden kann. Bei der großen Zahl gerade der Schalter kleiner Leistung in Netz- und Abnehmerstationen wäre eine billige Möglichkeit zur Steigerung der Kurzschlußleistung hier von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung. Leider ergibt aber eine derartige Prüfung, daß das geschilderte Verfahren aus räumlichen und wirtschaftlichen Gründen nicht anwendbar ist, und daß hier bei Steigerung der Kurzschlußleistung im Netz nach wie vor nur das Mittel der Schalterauswechslung zur Verfügung steht.

Vorsitzender: Es ist gesagt worden, in dem einen Falle sei die Verbesserung wirtschaftlich gewesen und in dem anderen nicht. Man muß hierbei unterscheiden, für welche Spannungen man modernisieren will. Bis 10 oder 15 kV lohnt sich die Verbesserung fast in keinem Falle. Die Kostenkurve des Herrn SCHWENK endete auch bei 10 kV. Anders ist es bei den höheren Spannungen, wo ein Umbau des Schalters häufig lohnend sein kann. Ich begrüße es sehr, daß die Bedenken gegen einen Umbau auch heute vorgetragen worden sind. Nur der gute Fachmann kann prüfen, ob es sich lohnt, aus einer alten Einrichtung eine einigermaßen moderne zu machen. Die in der Aussprache vorgebrachten Warnungen sind daher wohl am Platze. Trotzdem möchte ich nicht verhehlen, daß in den Kreisen der Elektrizitätswerke für das angeschnittene Problem das größte Interesse besteht.

Herr Mayr: Das Problem, einen zu klein gewordenen Ölschalter umzubauen, ist eigentlich ein sehr altes Problem. Es hat uns, die wir dauernd neue Schalter entwickelt haben, nebenher ebenso sehr beschäftigt. Aber ebenso wie der Konstrukteur, der einen besseren Schalter bringen soll als den vorhergehenden, nicht den alten Schalter nehmen und in ihn noch mehr hineinflicken wird, so geht es auch bei der Reparatur alter Schalter. Auch da sind im Laufe der Jahre eine Menge Erfahrungen gemacht worden.

Die AEG hat vor dem Kriege die Löschkammer in Deutschland eingeführt. Die Löschkammer ist besonders geeignet, um alte Ölschalter in der Leistung zu verstärken. Man baute zunächst die einfache Löschkammer, die man dann durch den sog. Schnappkontakt verbesserte — einen Kontaktstift, der mit einer Feder versehen war, in der die Löschkammer stecken blieb und sehr schnell herausschnappte, so daß man eine kleine Lichtbogendauer von einer Halbperiode erreichen konnte und damit die Leistung der Schalter tatsächlich verstärkte, ohne den Druck zu verstärken.

Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß an solchen komplizierten und beweglichen Teilen sehr leicht mechanische Störungen eintreten. Wir haben in der Löschkammer nicht nur mit Öl zu rechnen. Die Kontakte brennen ab. Gerade bei den größeren Leistungen gibt es einen intensiven Abbrand. Nach dem Versuch sieht man Kupferperlen, die sich manchmal wie Sand anfühlen und die manchmal Erbsengröße haben. Dieses Zeug setzt sich leicht zwischen bewegliche Teile und es folgt dann das schlimmste: die beweglichen Teile bleiben irgendwo hängen, und der Schalter fliegt unfehlbar auseinander.

Hinzu kommt noch, was schon Herr Dr. KESSELRING angeführt hat: daß die alten Schalter, die wir umbauen, meist verhältnismäßig gebrechlich sind. Wir haben früher für die Deckel ausschließlich Grauguß verwendet. Nun haben wir die Erfahrung machen müssen, daß man nie weiß, was mit einem solchen Deckel los ist. Man müßte einen Druckversuch machen, und ein solcher Versuch ist immer kostspielig, weil man den Schalter nicht abdichten kann. Dasselbe gilt für die Kessel. Wir haben meist alte viereckige Kästen — wir nennen sie Konservenbüchsen —, die nach alten Verfahren geschweißt sind. Man konnte damals noch nicht so schweißen wie heute. Auch einem solchen Kessel, selbst wenn er ausnahmsweise nicht so dünn ist, wie diese Kessel häufig sind, kann man nicht ansehen, welchen Druck er aushalten kann. — Aber selbst wenn es möglich wäre, durch

Digitized by Google

eine Einrichtung den Druck in dem Schalter herunterzusetzen, so kommt doch hinzu, daß sich bei jeder Abschaltung Gas entwickelt. Bei der Löschkammer ist es sicher weniger. Aber auch das Gas, das aus der Löschkammer kommt, genügt, um zwischen Ölspiegel und Deckel des Schalters ein explosives Gemisch zu bilden. Wenn dieses Gemisch zur Explosion kommt, sei es durch Glimmentladungen an den Fassungen der Durchführungen oder durch Funken, die entstehen, wenn beim Ausschalten eine Stahlfeder aufschlägt, dann ist mit einem Druck von 6 bis 7 at zu rechnen, und den muß der Schalter unter allen Umständen aushalten können. (Beifall.)

Vortragender: Die Ausführungen des Herrn Dr. KESSELRING finden voll und ganz meine Billigung. Selbstverständlich eignen sich nicht alle Schalter zur Verstärkung. Auch der von Herrn SIHLER gezeigte Schalter fällt unter diejenigen Schalter, die sich nicht zur Ausrüstung mit Strömungslöschkammern eignen, da er ein kleiner Schalter mit Handbetrieb ist. Natürlich ist es erforderlich, daß auch der Antrieb den wachsenden Beanspruchungen genügt.

Herr SIHLER hat weiter gefragt, ob der Preis des Antriebs mit enthalten ist, der evtl. verstärkt werden muß. Im allgemeinen kann ich sagen, daß die Schaltgeschwindigkeiten, die bei solchen Strömungslöschkammern erforderlich sind, nicht so sehr von den Schaltgeschwindigkeiten abliegen, die wir bisher bei Ölschaltern gehabt haben. Also eine wesentliche Verstärkung ist in den seltensten Fällen notwendig. Im allgemeinen kommt man mit den vorliegenden Geschwindigkeiten aus; vor allem mit der Ausschaltgeschwindigkeit. Hie und da wird es nötig werden, bei einem veralteten Antrieb eine Verstärkung vorzunehmen. Wie sich diese mit dem vorhandenen Antrieb erreichen läßt, bedarf jeweils einer Untersuchung. Es gibt eine Reihe von Fällen, in denen die Ausrüstung zu teuer wird und von vornherein ausscheidet. Ich muß auch zugeben, daß sich der Umbau unter einer gewissen Spannung nicht lohnt. Da ist die Anschaffung eines neuen Schalters am Platze.

Herr MAYR sprach von den beweglichen Teilen der Strömungslöschkammern. Um das Steckenbleiben der Einsätze zu verhindern, braucht man diese nur entsprechend auszubilden. Daß dies nicht ganz ohne umfangreiche Entwicklungsarbeit abgegangen ist, können Sie sich denken.

Herr MAYR meinte, daß sich Kupferperlen von Erbsengröße bilden können. Dies hat vielleicht für einen Schalter Gültigkeit, der mit Ölgasgemisch als Löschmittel arbeitet. Aber bei Schaltern mit reinem Öl als Löschmittel sind die Perlen kaum stecknadelkopfgroß. Die Ausbildung der Kammern ist so, daß die Perlen kein Stecken des Einsatzes zur Folge haben können.

Herr MAYR hat weiter erwähnt, daß die Deckel von alten Schaltern teilweise aus Grauguß beständen, und daß die rechteckigen Kästen sehr wenig widerstandsfähig seien. Der Vorteil der Ölströmungskammer besteht eben darin, daß man mit jedem beliebigen Kessel und Deckel arbeiten kann. Die in dem Ölschalterkessel selbst auftretenden Kräfte sind so klein, daß sie überhaupt nicht meßbar sind. Die Gasentwicklung bei der Ausschaltung ist infolge der geringen Schaltarbeit ebenfalls so gering, daß die Bedenken, von denen Herr MAYR sprach, nicht vorliegen. (Beifall.)

Vorsitzender: Ich erteile nun Herrn Andorff das Wort zu dem Vortrag über: „Masselose eisengekapselte Hochspannungs-Schaltanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung von Wasserschaltern."

(Folgt Vortrag)

Vorsitzender: Ich danke Herrn Andorff für seine interessanten Ausführungen. Die Besprechungsfrage lautet: „Welche Gründe sprechen für den Bau von massefreien, gekapselten Schaltanlagen mit öllosen Schaltern?"

Herr Klostermann: Das letzte Bild zeigt eine BEWAG-Anlage, die im vorigen Jahre in Schöneweide errichtet wurde; sie besteht insgesamt aus 36 Feldern und ist in 2 Stockwerken untergebracht. Trotzdem bei Neuerrichtung des baulichen Teils kein Raummangel vorhanden war, bot die gekapselte Bauweise doch einen großen Anreiz, wurde doch durch die Kleinheit der Felder der umbaute Raum um 1460 m³ gegenüber einer offenen Anlage vermindert (940 m³ statt 2400 m³), d. h. bei einem Preis pro m³ umbauten Raum von 25 RM eine Ersparnis von etwa 36 000 RM. Durch die Luftisolation und verhältnismäßig leichte Zugänglichkeit der inneren Teile fällt der Hauptnachteil der früher von der BEWAG verwendeten massegefüllten Felder fort. Die Erfahrungen mit den massegefüllten Feldern waren nicht so schlecht, wie sie s. Z. vorausgesagt wurden. Schwerwiegend ist aber das Zerbrechen von Becherisolatoren, was beim Ausfahren der Schaltwagen nicht allzu selten vorkommt. Zum Auswechseln dieser Isolatoren muß die Isoliermasse herausgelassen werden, dann kommt der neue Isolator herein. Hierauf wird neue Masse eingegossen, und dann muß das ganze Feld geheizt werden, um eine Lunkerbildung in der Masse nach bestem Können zu vermeiden. Alles sehr zeitraubende Handlungen, die bei den Neukonstruktionen fortfallen.

Im Gegensatz zu den Ausführungen des Herrn ANDORFF hat die BEWAG für diese Anlage Ölschalter verwendet, weil für die verlangten Leistungen von 150 MVA der moderne Ölschalter, soweit er geprüft und schon bewährt ist, mit ruhigem Gewissen eingebaut werden kann. Die Wahl von Wasserschaltern hätte infolge des weitaus höheren Preises gegenüber den Ölschaltern den durch die bauliche Vereinfachung ersparten Betrag vollkommen wieder wettgemacht.

Ich möchte hier die Anregung geben, daß, nachdem nunmehr die Entwicklungskurve des öllosen Schalters der Reihe 10 sich im Bereich der Sättigung befindet, eine erhebliche Preisminderung in Erwägung gezogen wird. Der Arbeitsbeschaffung wird es sicher dienen.

Herr Dr. Estorff: Es ist lehrreich, die neue Entwicklung der gekapselten Hochspannungs-Schaltgeräte in Deutschland mit der Entwicklung in England, dem Mutterland der gekapselten Bauweise, zu vergleichen. Ich hatte vor wenigen Wochen Gelegenheit, einige namhafte englische Schaltgerätefabriken und moderne Kraftwerke zu besichtigen und mit führenden Fachleuten über die einschlägigen Fragen zu sprechen. Unserem Wahlspruch „Los vom Öl" folgt der konservative Engländer nicht. Man baut vielmehr die Gefäße der Ölschalter so starkwandig — Wandstärken von 1 Zoll und darüber sind keine Seltenheit —, daß sie vom höchsten auftretenden Gasdruck bei Stehenbleiben des Lichtbogens zwischen den Schaltstücken nicht zersprengt werden können, sagen wir: in stehfeuerfester Bauart. Öl und Gas werden in solchem Gefahrenfalle schaumartig aus dem Auspuffrohr ins Freie oder in einen Auffangtopf geschleudert. Die Gasentwicklung hört auf, sobald der Bogen nicht mehr in Öl, sondern in einer Gasatmosphäre brennt. Sammelschienen werden in England weiter in Masse eingebettet. Doch werden die Schienen vorher sorgfältig mit Exzelsior-Diagonalband in mehrfachen Lagen von Hand umwickelt, um Durchschläge im Betriebe nach Möglichkeit zu verhüten.

Ich sah die 60 kV-Schaltanlagen des neuen Dunston-Kraftwerks bei Newcastle und Battersea in London. Man glaubte in beiden Fällen eher im Maschinenraum einer Schiffs-Dieselmotorenanlage zu stehen als in einer Schaltanlage. Die gekapselte Anlage ist in einem langgestreckten Raum unmittelbar neben dem Maschinenhaus untergebracht. Die Anlage ist in der Längsrichtung durch feuerfeste gemauerte Wände mit feuersicheren Türen in Einzelabschnitte unterteilt. Tritt trotz der starkwandigen Gefäße ein Schalterbrand auf, so ersäuft man ihn durch Einleiten großer Mengen von Kohlendioxyd aus einer Batterie Hunderter von Stahlflaschen. Die Betätigung der Ventile erfolgt über Temperaturmelder oder durch Handauslösung.

Gegenüber dieser kostspieligen Bauart erscheint das neue masse- und öllose gekapselte Schaltfeld als wesentlicher Fortschritt. (Vorführung einiger Lichtbilder der Bauart SSW.) Das Feld enthält außer dem Expansionsschalter zwei öllose Strom- und einen dreipoligen Spannungswandler und einen vergußmasselosen Kabelendverschluß. Der Schalter ist mit Steckkontakten ausgerüstet, die beim Einfahren in die Zelle in Eingriff kommen und gleichzeitig als Trennschalter dienen. Alle Vorteile der gekapselten Bauart, Schutz gegen unbeabsichtigte Berührung, gegen Verschmutzung und falsche Schalthandlungen bleiben gewahrt. Die Schaltanlage kann mitten in Betriebsräumen, in Schaltposten in Wohnhäusern oder Unterpflasterstationen untergebracht und von ungeschultem Per-

Digitized by Google

sonal bedient werden. Die Umgebung kann nicht mehr durch Brände und Explosionen in Mitleidenschaft gezogen werden. (Beifall.) —

An die vorstehende Besprechung schließen sich noch zwei mit großem Beifall aufgenommene Vorträge an, und zwar des Herrn Dipl.-Ing. Meiners: „Über den Lichtbogenschutz von Innenschaltanlagen und den Schutz gegen Ölbrände in Freiluft-Schaltanlagen“ und des Herrn Obering. Sihler über: „Auswertungsergebnisse der Störungs- und Unfallstatistik von Hochspannungs-Schaltanlagen und deren Einflüsse auf den Bau neuzeitlicher Schaltanlagen.“

Eine Besprechung dieser Vorträge findet wegen der vorgerückten Zeit nicht mehr statt.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Bekanntmachung.

Entsendung von Jungingenieuren zur VDE-Mitgliederversammlung in Hamburg.

Der in Bildung begriffene Gau Berlin-Brandenburg des VDE (bisher Elektrotechnischer Verein e. V.) beabsichtigt, einer Anzahl von Jungingenieuren seines Bezirks die Beteiligung an der Mitgliederversammlung des VDE in Hamburg (20. bis 23. VI.) über die von letzterem bereits geschaffenen Erleichterungen hinaus noch weiter zu erleichtern. Jungingenieure, die den Wunsch haben, hiervon Gebrauch zu machen, werden aufgefordert, sich möglichst umgehend, spätestens bis zum 10. VI., bei der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins in Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, persönlich zu melden. Da eine Beschränkung in der Zahl erforderlich ist, kann eine Gewähr für Berücksichtigung nicht übernommen werden.

Elektrotechnischer Verein e. V.
In Vertretung:
Matthias.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Nordhessen, Kassel (gemeinsam mit dem VDI). 18. VI. (Di), 20 h 15 m, Stadtparksaal: „Die Artillerie im Flottenkampf“ (m. Lichtb.). Kapitän z. See a. D. von Waldeyer-Hartz.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG), Berlin. a) 2. VII. (Di) bis 7. VII. (So), Reichstagsgebäude zu Berlin: 9. Vollversammlung der Internationalen Beleuchtungskommission (IBK), mit zahlreichen Fachvorträgen. b) 8. VII. (Mo) bis 10. VII. (Mi): Fortsetzung der Tagung im Studentenhaus zu Karlsruhe. Auskunft erteilt die DLTG als Deutsches Nationalen Komitee der IBK. Geschäftstelle: Berlin W 30, Geisbergstr. 5/6.

PERSÖNLICHES.

M. Haller †. — Am 26. V. starb Dr.-Ing. E. h. Max Haller. Er war, seit 1933 im Ruhestand lebend, zuletzt Leiter der Finanzabteilung von SSW und S&H. Wir werden in einem besonderen Nachruf auf die Verdienste des Verstorbenen zurückkommen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Handbuch der Experimentalphysik. Herausg. v. W. Wien † u. F. Harms unt. Mitarb. v. H. Lenz u. zahlr. Fachgenossen. Bd. 17, Teil 2; Technische Akustik, 1. Teil. Herausg. v. E. Waetzmann. Mit 245 Fig., XV u. 538 S. in gr. 8°. Bd. 17, Teil 3: Technische Akustik, 2. Teil. Herausg. v. E. Waetzmann. Mit 195 Fig., XI u. 434 S. in gr. 8°. Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1934. Preis Teil 1: geh. 42 RM, geb. 44 RM; Teil 2: geh. 34 RM, geb. 36 RM.

Erst seit dem Kriege sind Fragen der technischen Akustik durch Kriegstechnik, Rundfunk und Tonfilm stärker in den Vordergrund des Interesses getreten und haben auch der reinen Akustik neues Leben eingeflößt. Es ist daher sehr zu begrüßen, daß E. Waetzmann mit zahlreichen sachkundigen Mitarbeitern es unternommen hat, diese Fragen im 2. und 3. Teil des 17. Bandes des Wien-Harmsschen Handbuches der Experimentalphysik zum ersten Male zusammenfassend darzustellen. Der erste Teil „Allgemeine Schwingungslehre“ steht noch aus; aber die beiden Bände stellen ein in sich abgeschlossenes selbständiges Werk dar, da K. Schuster im einleitenden Kapitel „Grundbegriffe der technischen Akustik“ noch einmal die wichtigsten Gesetze und Gleichungen über Schwingungsgebilde, Schallfeld, Schallgeber und Schallempfänger in klarer und anschaulicher Weise entwickelt. Wegen ihrer Wichtigkeit für das gesamte behandelte Gebiet ist die akustische Meßtechnik von E. Meyer als 2. Kapitel gleich hinter die Grundbegriffe gestellt. Hier wird die Messung von Schallintensitäten, Klanganalyse, die Messung von Lautstärke, Schwingungszahl und von akustisch-mechanischen Widerständen behandelt. Die Abgrenzung der einzelnen Abschnitte in dem bisher nur in zahlreichen Einzelabhandlungen vorliegenden Gebiet der technischen Akustik war nicht ganz einfach. Meßtechnische Fragen treten natürlich auch in den folgenden Kapiteln auf, und so sind Wiederholungen nicht ganz zu vermeiden; sie halten sich aber in erträglichen Grenzen. Im 3. Kapitel werden die wichtigsten Geräte der technischen Akustik behandelt, die Mikrophone von E. Lübcke, die Telephone von W. Geffcken und H. Heisig und die Lautsprecher von H. Stenzel. Das 4. Kapitel über elektroakustische Wandler von H. Hecht und F. A. Fischer behandelt die Theorie der Sender und Empfänger und gibt im wesentlichen eine Darstellung und Weiterführung der von Hahnemann und Hecht begründeten Theorie. Dieselben Verfasser haben im 5. Kapitel die physikalischen Grundlagen der Ausbreitung des Schalles in freien Medien mit starker Berücksichtigung der Richteigenschaften behandelt. Hieran schließen sich die Anwendungen auf Signalwesen, Richtungshören, Schallmeßverfahren und Echolotungen an. Mit dem 6. Kapitel über Raumakustik von M. J. O. Strutt schließt der erste Band.

Den Anfang des zweiten Bandes bildet das 7. Kapitel von R. Berger über die Abwehr von Lärm und Erschütterungen. Nach Besprechung der Grundlagen über Störschall und Störschallbekämpfung werden hier praktische Maßnahmen zur Abwehr von Lärm und Erschütterungen und die Meßverfahren erörtert. Der medizinischen Akustik ist das 8. Kapitel gewidmet, in dem B. Langenbeck im wesentlichen die technischen Apparate zur Beobachtung und Behandlung des Hör- und Stimmorgans, leider ohne Besprechung dieser Organe selbst, und F. Trendelenburg die Methoden und Ergebnisse beim Abhören von Körperschall behandelt. Im 9. Kapitel finden die Musikinstrumente durch H. Backhaus ihre Stelle, ausführlich und gründlich die Saiteninstrumente, etwas kürzer Blas- und Schlaginstrumente und die elektrische Musik. Im 10. Kapitel gibt H. Salinger einen kurzen Überblick über die Fernübertragung von Schall auf Leitungen, die im 11. Band des Handbuchs vom elektrischen Standpunkt aus schon ausführlich besprochen wurde. Bei der Fernübertragung auf drahtlosem Wege beschränkt sich H. J. von Braunmühl im wesentlichen auf die Vorgänge im Senderaum und gibt damit eine Ergänzung zum 3. und 6. Kapitel. Der hochentwickelten Schallplattentechnik ist das 11. Kapitel von E. Meyer gewidmet, in dem auch die magnetische Schallaufzeichnung besprochen wird. Den Abschluß des Werkes bildet das 12. Kapitel über den Tonfilm von F. Fischer und H. Lichte unter Mitarbeit von P. Kotowski und A. Narath. Es bringt die Aufnahme- und Wiedergabeverfahren und die Tonphotographie. Ein ausführliches Register, Kleindruck für überschlagbare Abschnitte und reichliche Literaturhinweise für weitergehendes Studium erleichtern die Benutzung des Werkes. Es gibt eine gute und übersichtliche Darstellung des Gesamtgebiets der technischen Akustik und wird für den Physiker wie für den Techniker, für den Forscher wie für den Studierenden ein wertvolles und in dieser Vollständigkeit bisher einzig dastehendes Hilfsmittel sein.

W. Bauer.

Transformatoren und Drosseln. Selbstbau und Berechnung. Von Dipl.-Ing. P. E. Klein. 2. verb. Aufl. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 50.) Mit 117 Abb.

Digitized by Google

u. vielen Tab. Hierzu 3 Beil., Schablonen u. Tab. i. Anhang u. 88 S. in 8°. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1934. Preis geh. 2,95 RM.

Was man im allgemeinen in Funkzeitschriften über die Selbstherstellung von Transformatoren und Drosselspulen las, reizte nicht sehr zum Selbstbau; und doch bestand ein großes Bedürfnis nach einer guten Anleitung, wie der schnelle Absatz der 1. Aufl. dieses Büchleins zeigt. Der Verfasser bespricht zunächst als Grundlage den Eisenkern und zeigt 8 Normalblechschnitte, mit denen er seine sämtlichen Transformatoren und Drosseln baut. Im Hauptteil bringt er die Netztransformatoren und Drosseln für niederfrequenten Wechselstrom und danach die Transformatoren für Tonfrequenz zum Anschluß an Mikrophone und Verstärkerröhren. Die Berechnungsgrundlagen werden nur ganz knapp gebracht, um so ausführlicher sind aber die Tabellen und Kurvendarstellungen, die es dem Nichtfachmann außerordentlich erleichtern, die richtigen Abmessungen zu finden. Überall sind praktische Winke für die Selbstherstellung eingestreut, so daß man mit gutem Gewissen sagen kann, nach diesem Buch kann jeder jeden Kleintransformator bauen. Leider vermißt man jeglichen Hinweis auf die Normen und Vorschriften des VDE. Vielleicht könnte man auch ein paar Worte über den Bau von Meßtransformatoren sagen. Nicht nur der Bastler, sondern auch der technisch Vorgebildete wird an dem Büchlein Freude haben. Karl Mühlbrett.

„Hütte". Des Ingenieurs Taschenbuch. Herausg. v. Akademischen Verein Hütte e. V., Berlin. 26. neubearb. Aufl., Bd. 3. Mit Daumenreg. u. 2354 Textabb., XXIII u. 1204 S. in kl. 8°. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1934. Preis Leinen geb. 16,50 RM, Leder geb. 19,50 RM.

Bei der Neubearbeitung des Bandes, in dem vornehmlich Fachgebiete des Tief- und Hochbaus aufgenommen sind, sind die bautechnischen Gebiete, die im Zusammenhang mit dem großen Wiederaufbauprogramm der Regierung im Vordergrund der technischen Arbeit stehen, besonders ausführlich behandelt. Ferner hat eine Neugliederung des Stoffes stattgefunden. So sind sämtliche Gebiete der Wasserverwertung in einem Abschnitt „Wasserwirtschaftstechnik" einheitlich behandelt, Straßenbau und Siedlungswesen in einem Abschnitt zusammengefaßt. In der Darbietung des ungemein umfangreichen Stoffes sind vielfache Verbesserungen getroffen, die die Benutzung des Buches durch erhöhte Übersichtlichkeit erleichtern.

Für den Elektrotechniker wird besonders der 12. Abschnitt Verkehrstechnik: Eisenbahnwesen Interesse finden, wenn auch in anderen Abschnitten wie im Abschnitt „Wasserwirtschaftstechnik die Angaben zum Bau von Wasserkraftanlagen usw., im Abschnitt „Brückenbau" die Besonderheiten geschweißter stählerner Brücken bei Bearbeitung einschlägiger Aufgaben von Nutzen sein werden, wie sich überhaupt ein Durchblättern des ganzen Werks empfiehlt, um sich zum Nutzen für das eigene Fachgebiet auch über andere unterrichtet zu halten. Heute gibt es fast kein technisches Gebiet, in dem nicht die Elektrizität als Helferin vertreten ist. Der Abschnitt „Eisenbahnwesen" umfaßt das gesamte große Verkehrsgebiet mit allen verkehrstechnischen Fortschritten bis in letzter Zeit. Im Kapitel über Sicherungsanlagen haben u. a. die Kraftstellwerke und selbsttätige Streckenblockung und die Einrichtungen der Zugbeeinflussung erstmalig Berücksichtigung gefunden. Im Kapitel über elektrische Bahnanlagen ist bereits die neuzeitliche Verkehrsgestaltung mit elektrischen Lokomotiven und Triebwagen berücksichtigt. Der neuesten Entwicklung des Dampflokomotivbaus, wie des Diesellokomotiv- und Triebwagenbaus ist Rechnung getragen. Das Kapitel „Eisenbahnwerkstättenanlagen" wurde den neuen Vorschriften der Reichsbahn angepaßt. Allgemeine Gesichtspunkte zur Wahl der Nahverkehrsmittel wie technische Einzelheiten der Straßenbahnen, der Stadtschnellbahnen und Städtebahnen einschließlich der straßenbahnähnlichen Überlandbahnen schließen diesen bedeutsamen Abschnitt, der allein schon die Beschaffung des Buches jedem Elektrotechniker anzuraten veranlaßt. Przygode.

Die technischen Anwendungen der physikalischen Chemie. Von Dr. J. Holluta. Mit 66 Abb., X u. 354 S. in gr. 8°. Verlag Ferdinand Enke. Stuttgart 1934. Preis geh. 20 RM, geb. 22 RM.

Der Verfasser war bestrebt, in einem einzigen Buche beschränkten Umfanges ein Werk zu schaffen, das die umfangreichen und mannigfachen technischen Anwendungen aus dem gesamten Gebiete der physikalischen Chemie einschließlich Photochemie und Elektrochemie erfaßt. Der Verfasser hebt dabei selbst hervor, daß unter diesen Umständen eine gewisse Auswahl des Stoffes getroffen und doch danach getrachtet werden mußte, keine der wichtigsten technischen Anwendungen zu übergehen. Dabei wurden die wichtigsten Grundkenntnisse der Chemie, der Physik und der höheren Mathematik vorausgesetzt. In einer Einleitung von rd. 30 Seiten wurden zunächst die wichtigsten Grundbegriffe und -gesetze behandelt. Dann folgen Abschnitte über die Zustandsänderungen einfacher Stoffe in der technischen Chemie (38 S.), über Mischungen (25 S.), über Lösungen (11 S.) und über die technischen Anwendungen der chemischen Statik und Kinetik (128 S.). In diesem Kapitel finden wir in Unterabschnitten behandelt die Gleichgewichte bei der Verbrennung vorwiegend kohlenstoffhaltiger Brennstoffe, die Dissoziation der Metallkarbonate und -sulfate, die metallurgischen Röstprozesse, das technisch wichtige System Eisen-Kohlenstoff-Sauerstoff, die Gewinnung von Metallen durch Reduktion ihrer Oxyde, die Gasgleichgewichte des Stickstoffs und seiner Verbindungen und sonstige technisch wichtige Gasgleichgewichte, die Gleichgewichte in Lösungen, die Bildung, Zusammensetzung und Erhärtung der Mörtelstoffe u. a. m. Es schließen sich dann an Kapitel über die technischen Anwendungen der Kolloidchemie (21 S.), über die Katalyse in der technischen Chemie (10 S.) und schließlich über Thermochemie (11 S.), Photochemie (7 S.) und Elektrochemie (14 S.).

Der Verfasser hebt hervor, daß aus Gründen der Raumersparnis auf alle Ableitungen verzichtet wurde und daß aus dem gleichen Grunde das Werk in keiner Weise Anspruch auf Vollständigkeit machen will. Demgegenüber muß aber anerkannt werden, daß hier ein Werk geschaffen wurde, das trotz seiner Kürze und seiner damit unvermeidlichen Beschränkung auf das mitunter Allernotwendigste einen anschaulichen und guten Überblick über die zahlreichen und wichtigen technischen Anwendungen der physikalischen Chemie gibt. Das Buch kann nicht nur dem Studierenden zur erfolgreichen Einführung in dieses Fachgebiet dienen, sondern kann mit Erfolg auch vom reinen Wissenschaftler oder Techniker der Praxis in die Hand genommen werden, je nachdem sich dieser über die technische oder die wissenschaftliche Seite kurz unterrichten will.

Es wäre daher zu begrüßen gewesen, wenn dem Buche eine Übersicht über die wichtigsten Sonderwerke der einzelnen behandelten Fachgebiete beigegeben worden wäre, damit der Leser, der ein tieferes Studium anschließen will, sofort den weiteren Weg findet. G. Eger.

Funktechnik in Frage und Antwort. Herausgegeben v. Dr. G. Anders, Dr. W. Hagemann u. Dr. P. Neumann. Mit 190 Abb. u. 342 S. in kl. 8°. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1934. Preis geb. 2,40 RM.

Das Buch bringt in Form von Frage und Antwort eine in erster Linie für den Laien berechnete, jedoch auch für den bereits fortgeschrittenen Funkliebhaber lehrreiche Darstellung der gesamten Funktechnik oder, genauer gesagt, Rundfunktechnik. Trotz der knappen Darstellungsweise werden alle in Frage kommenden Gebiete, einschließlich der Kurzwellentechnik, ausführlich behandelt. Von besonderem Interesse sind die Abschnitte über Zusatzgeräte zur Aufnahme und Wiedergabe von Schallplatten, über elektrische Musik und das namentlich in den letzten Jahren aktuell gewordene Fernsehen. In besonderen Abschnitten werden die Rundfunkstörungen und ihre Beseitigung sowie die Meßtechnik behandelt; der Abschnitt „Werkstattrezepte" gibt wertvolle Winke für den Bau von Geräten. Eine Zusammenstellung der grundlegenden deutschen Patente und der Daten über die Entwicklung der Funktechnik sowie die als Anhang beigefügten Vorschriften der Deutschen Reichspost und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) vervollständigen das Buch, das für den Unterricht in Liebhaberkreisen und für den Selbstunterricht gute Dienste zu leisten verspricht. O. Burchardt.

Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen. Von Dr.-Ing. A. v. Zeerleder. Mit 204 Fig. u. 289 S. in 8°. Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1934. Preis geh. 12,60 RM, geb. 14 RM.

Wie bereits der Titel angibt, handelt es sich bei dem Buch von A. v. Zeerleder um ein vorwiegend praktisch

Digitized by Google

gerichtetes Werk. Bekanntlich zeigen sehr viele Werke dieser Richtung Schwächen, die nur schwer zu vermeiden sind. Entweder sind sie von zu hoher Warte aus geschrieben und lassen den lebendigen Kontakt mit der Praxis vermissen oder es fehlt ihnen die grundsätzliche Einstellung und vor allem die peinliche Gründlichkeit, die allein dem Praktiker etwas geben kann.

Der schöne Wurf, der dem Verfasser mit dem vorliegenden Buch gelungen ist, ist deshalb doppelt zu begrüßen. A. v. Zeerleder ist einer der führenden Männer auf dem Gebiete der Aluminiumverwertung und zugleich Professor der Metallkunde in Zürich. So verbindet er in sich in einer seltenen Weise die Voraussetzungen für die Schaffung eines beiden Anforderungen der wissenschaftlichen und praktisch-technischen Zuverlässigkeit genügenden Werkes. Sein Buch fußt ganz und gar auf eigenen Erfahrungen und Erkenntnissen, man findet kaum etwas ohne eingehendere Prüfung von anderer Seite Entliehenes. Es ist deshalb ein zuverlässiger Ratgeber sowohl für den Praktiker als auch für den Wissenschaftler, der sich über den Werkstoff Aluminium zu unterrichten wünscht. So kann das Buch den weitesten Kreisen empfohlen werden, besonders heute, wo die Leichtmetalle im Mittelpunkt des Interesses stehen. G. Masing.

Handbibliothek für Bauingenieure. Herausg. v. Dr.-Ing. E. h. R. Otzen †. 1. Teil Hilfswissenschaften. 3. Bd.: Weihe †. Maschinenkunde. 2., völlig neu bearb. u. erg. Aufl. Von Prof. Dipl.-Ing. J. Hanner. Mit 634 Textabb., VIII u. 322 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geb. 17,50 RM.

Das Buch soll dem Bauingenieur das Verständnis für die Grundlagen des Maschinenwesens vermitteln, soweit hierüber im Rahmen der Handbibliothek nicht an anderer Stelle ausfürlich berichtet wird.

Der maschinentechnische Teil gibt auf 243 S. in knapper, klarer Form einen Überblick über das Gebiet der Maschinenteile, der Kraftmaschinen und der Arbeitsmaschinen. Von letzteren sind nur die Pumpen, die Kolbenverdichter und die Hebemaschinen behandelt, was den Bedürfnissen der Leserschaft entsprechen dürfte. Der Abschnitt Elektrotechnik umfaßt 74 S. Der Verfasser dieses Teils, Oberingenieur Paul Reinisch, erreicht durch sorgfältige Auswahl des Stoffes und knappste Fassung, daß der geringe verfügbare Raum für die Besprechung aller dem Leser wichtigen Fragen Platz bietet. Manche Gegenstände werden freilich so flüchtig angedeutet, daß nur der Fachmann den Sinn verstehen wird. Durch Nichteingehen auf Einzelheiten des inneren Aufbaus, durch Kürzung von Zahlentafeln und durch Vermeidung von Wiederholungen könnte Platz für die erforderlichen Ergänzungen gewonnen werden, was für die Zwecke des Buches von Vorteil wäre. Im ganzen ist die Darstellung, abgesehen von einigen kleineren Versehen, sachlich einwandfrei, geschickt in der Einteilung des Stoffes und erfreulich durch die klare, trotz aller Kürze fast durchgängig leicht verständliche Sprache. Die drucktechnische Ausführung, die Auswahl und die Wiedergabe der Abbildungen sind vorzüglich. Das Buch wird dem Bauingenieur, der Aufschluß über maschinen- und elektrotechnische Fragen sucht, wärmstens empfohlen. G. Haberland.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus dem Geschäftsbericht der British Electrical and Allied Manufacturers Association für das Geschäftsjahr 1933/34 (30. IX.). — In dem Bericht des Vorstandes der BEAMA, des wirtschaftspolitischen Spitzenverbandes der englischen Elektroindustrie, wird zur Wirtschaftslage ausgeführt, daß die im vergangenen Jahre vorhergesagte Besserung eingetreten ist und daß für das laufende Geschäftsjahr alle Anzeichen auf ein Anhalten dieser Besserung hindeuten. Im Juli 1934 belief sich die Gesamtzahl aller versicherten Beschäftigten der Elektroindustrie auf 257 830 gegen 243 770 im Vorjahr. Es ist sehr wahrscheinlich, daß 1935 von einer noch größeren Belebung Zeugnis ablegen wird. Trotzdem bieten in der allgemeinen Wirtschaftslage noch einige Faktoren Grund zur Besorgnis; denn das Problem der Konsolidierung der Weltwirtschaft ist noch ungelöst.

Im Empire ist eine Besserung eingetreten. Als Folge der Bildung des Sterlingblocks haben die überseeischen Empireländer mehr elektrotechnische Erzeugnisse aufgenommen als in den letzten Jahren. Bei weitem der größte Teil der englischen Elektromaschinenausfuhr war für die Südafrikanische Union bestimmt. Auf dem Inlandsmarkt für elektrische Maschinen bewies das Wiedererscheinen des Central Electricity Board als Käufer das Vertrauen zum Anhalten der öffentlichen Nachfrage nach Elektrizität. In den verschiedenen Zweigen der Herstellung schwerer elektrischer Maschinen war das Geschäft ungleich, aber insgesamt war eine entschiedene Aufwärtsbewegung offensichtlich. Die Hersteller kleiner elektrischer Apparate und Geräte befinden sich weiterhin in zufriedenstellender Lage, aber die 25%ige Einfuhrsteigerung gegen 1933 beweist die Unzulänglichkeit des gegenwärtigen Zollschutzes für derartige Erzeugnisse. Von den Maßnahmen zur Förderung der englischen Elektrowirtschaft sei aus dem Bericht erwähnt, daß in einer umfassenden Denkschrift an das Verkehrsministerium die Aufmerksamkeit auf die Beleuchtungsmöglichkeiten durch die Verwendung moderner elektrischer Lampen und auf die letzten Fortschritte in der Beleuchtungstechnik gelenkt wurde.

Über das Gebiet der Zollpolitik wird berichtet, daß die Regierung Australiens mit ihren Zolltarifentscheidungen eine Enttäuschung bereitet hat. Diese verschaffen dem australischen Fabrikanten einen bedeutenden Preisvorteil für alle Erzeugnisse, besonders aber für Dynamomaschinen und Transformatoren. Der Vorstand der BEAMA hat dagegen protestiert in dem Bestreben, eine mehr dem Geist des Ottawa-Abkommens entsprechende Einstellung zu erzielen. Der Zolltarifausschuß ist im Begriff, ein Gesuch an das Kanadische Zolltarifamt zwecks Herabsetzung der Zölle auszuarbeiten. Für eine Reihe englischer Elektromaschinen und -apparate, die in Polen nicht hergestellt werden, wurde ein Übereinkommen über eine angemessene Revision des polnischen Tarifs erzielt. Während des Geschäftsjahres ist der neue englisch-französische Handelsvertrag abgeschlossen worden, in dem die Zollsätze wieder auf die frühere Höhe gebracht wurden. Die Aufmerksamkeit des heimischen Tarifkomitees ist in weitem Umfange auf die Prüfung der Einfuhrverhältnisse für die Erzeugnisse der Elektrotechnik und verwandter Industrien gerichtet gewesen. Die Einfuhr von Koch- und Heizgeräten zeigt steigende Tendenz, aber die Zeit, dagegen einzuschreiten, wurde noch nicht für günstig erachtet. Gesuche um Zollerhöhung für verschiedene elektrotechnische Erzeugnisse, die im wachsenden Maße eingeführt werden, sind in Vorbereitung.

In der Jahresversammlung des Verbandes führte der Vorsitzende u. a. aus, daß die Zahl der in der elektrotechnischen Industrie Englands beschäftigten Personen höher war als je zuvor. Die Erzeugung elektrischer Maschinen und Apparate war schnell gestiegen, und das Anhalten der heimischen Nachfrage nach elektrischen Gegenständen zusammen mit der allgemeinen industriellen Belebung im ganzen Lande bietet Gewähr dafür, daß dieser Bedarf wahrscheinlich noch wachsen wird. Solange wie den Fabrikanten ein vernünftiger Schutz auf dem heimischen Markte gewährt werden wird, wie er der elektrotechnischen Industrie anderer Länder zuteil wird, braucht die englische Elektrotechnik eine Rückkehr der Krise des Jahres 1931 nicht zu befürchten. *wt.*

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 40. Wer liefert in Deutschland Börtelmaschinen zur kittlosen Befestigung von Isolatoren (Suktropos)?

Berichtigung.

Im Aufsatz „Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1935 außerhalb des HdE" sind auf S. 566 links Kleinkondensatoren der Firma Dr. Max Ulrich G. m. b. H. erwähnt. Die Firma bittet uns nachzutragen, daß sie außer den erwähnten Typen von 0,01 pF auch Kleinst-Kondensatoren mit 0,001 pF herstellt.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 31. Mai 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 13. Juni 1935** **Heft 24**

50 Jahre Schaltanlagenbau der BEWAG 1884 bis 1934.

Von Dr.-Ing. **Erich Krohne**, Berlin.

Übersicht*). Aus Anlaß des 50jährigen Bestehens der Berliner Elektrizitätswerke wurde ein Überblick über die Geschichte ihrer Schaltanlagen gegeben.

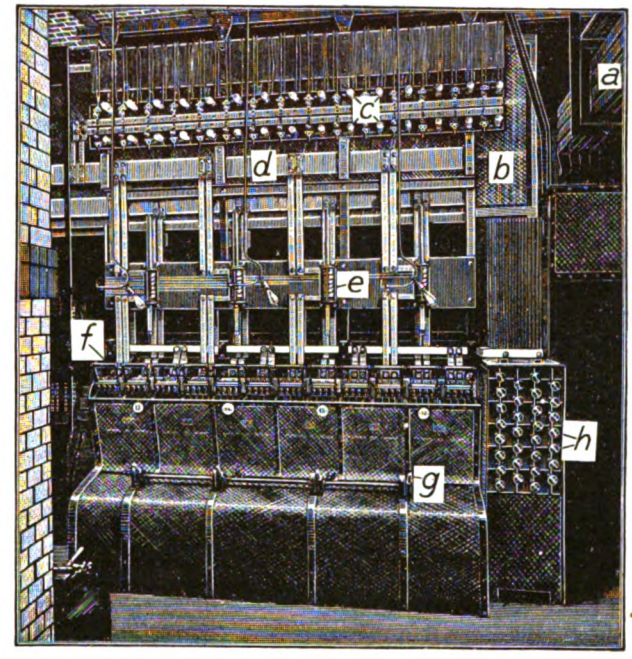
Die Geschichte der Schaltanlagen bei der BEWAG ist zugleich auch zu einem erheblichen Teil die Geschichte des Schaltanlagenbaues überhaupt. Denn sie reicht bis in die frühesten Anfänge zurück — das erste Kraftwerk Europas stand ja in Berlin in der Markgrafenstraße —, sie beschreibt die Entwicklung von Anlagen für Nieder- und für Hochspannung bis zu 100 kV und umfaßt Anlagen von den kleinsten bis zu den größten Betriebs- und Kurzschlußleistungen. Viele Schalter und eine große Reihe neuartiger Apparate und Maschinentypen wurden erstmalig in den Berliner Anlagen verwendet. Es ist deswegen von Interesse, die Entwicklung dieses Zweiges der Elektrotechnik am BEWAG-Beispiel während der letzten 50 Jahre zu verfolgen.

Selbstverständlich kann nicht auf alle Schaltanlagen eingegangen werden, da deren Zahl viel zu groß ist. In Zahlentafel 1 sind Angaben über die zu verschiedenen Zeitpunkten vorhandenen wichtigsten Betriebsmittel gemacht. Bei der großen Anzahl von Schaltanlagen können und sollen nur die für die jeweilige Entwicklungsphase besonders typischen Anlagen beschrieben werden[1]). Da der Aufbau und die Abmessungen der Schaltanlagen in hohem Maße durch die Verhältnisse des Stromversorgungssystems, dem sie eingegliedert sind, bedingt sind, soll vor jedem Abschnitt ein kurzer Hinweis über den jeweiligen Systemaufbau gegeben werden.

Gleich Meilensteinen auf der Landstraße unterteilen einzelne besonders große Errungenschaften den Weg der Technik. Die durch solche Punkte gekennzeichneten Abschnitte werden auch der Abschnittsunterteilung der folgenden Beschreibung zugrunde gelegt.

A. Die Zeit der reinen Niederspannungs-Gleichstromversorgung (1882 bis 1896).

In den Geburtsjahren der Elektrizitätswerke war das Stromversorgungssystem, sofern man davon überhaupt reden konnte, denkbar einfach. Das mitten im Verbrauchszentrum gelegene Werk erzeugte eine Gleichspannung von rd. 110 V. Man verteilte mit dieser Spannung die Energie über Kabel unmittelbar an die höchstens wenige hundert Meter entfernten Abnehmer. Anlagenteile, die man als Schaltanlagen hätte ansprechen können, gab es eigentlich noch nicht. Die „Schaltvorrichtung“ wurde an irgendeiner



a blanke Kupferleitungen von den Maschinen
b Widerstände
c Lampen parallel zu den Widerstandsgruppen
d Sammelschienen
e Strommesser
f Schalthebel
g Hebel für Nebenschlußregler
h Zugknöpfe für Registerschalter (zu *b*)

Abb. 1. Kabelschalttafel im Kraftwerk Markgrafenstraße, Berlin, 1888. (Holzschnitt aus Wilke, Arthur: „Die Berliner Elektrizitäts-Werke“ 1. Heft. Berlin: F. A. Günther u. Sohn, 1890).

Zahlentafel 1. Wichtige elektrische Betriebsmittel der BEWAG in den Jahren 1896 bis 1932.

Ende des Jahres	Schaltanlagen: Zahl der Werke: Kraft-Wk	Abspannwerke: 100/30 kV	Abspannwerke: 30/6, 30/3 kV	Umf.- und Gleichr.-Werke	6 kV-Stützpunkte	Netz- und Übergabe-Station	Generatoren: Sa	Generatoren: Ges. Lstg. (norm.) MVA	Transformatoren: 100/30 kV Sa	100/30 kV Ges. Lstg. MVA	30/6, 30/3 kV Sa	30/6, 30/3 kV Ges. Lstg. MVA	Niederspannung Sa	Niederspannung Ges. Lstg. MVA	Max. Nenn-Einzel-Lstg. MVA	Phasenschieber Sa	Phasenschieber Ges. Lstg. MVA	Umformer Sa	Umformer Ges. Lstg. MVA	Gleichrichter Sa	Gleichrichter Ges. Lstg. MVA	Akkumul. Ges. Lstg. (3 h) MVA	Hochsp.-Leistungsschalter Sa	Hochsp.-Leistungsschalter Abschaltlstg. d. größten Schalt. MVA
1896	4	0	0	2	0	—	—	10,6	0	0	0	0	0	0		0	0	5	2	0	0	—	0	
1904	6	0	0	8	0	—	—	46	0	0	0	0	—	—		0	0	—	30	0	0	15	—	—
1918	5	0	—	21	0	—	—	200	0	0	—	—	—	—		0	0	—	80	0	0	40	—	—
1925	7	2	7	24	0	2200	33	220	5	90	20	230	—	—	20	0	0	147	130	4	1	50	—	—
1930	8	4	23	36	50	2900	52	750	12	240	113	1600	3000	340	44	13	110	180	255	24	15	47	—	—
1932	8	4	23	36	50	2900	52	750	12	240	118	1700	2900	340	44	13	110	175	250	36	20	47	7000	1000

Abgerundete Zahlen — bedeutet: Nicht mehr zu ermitteln.

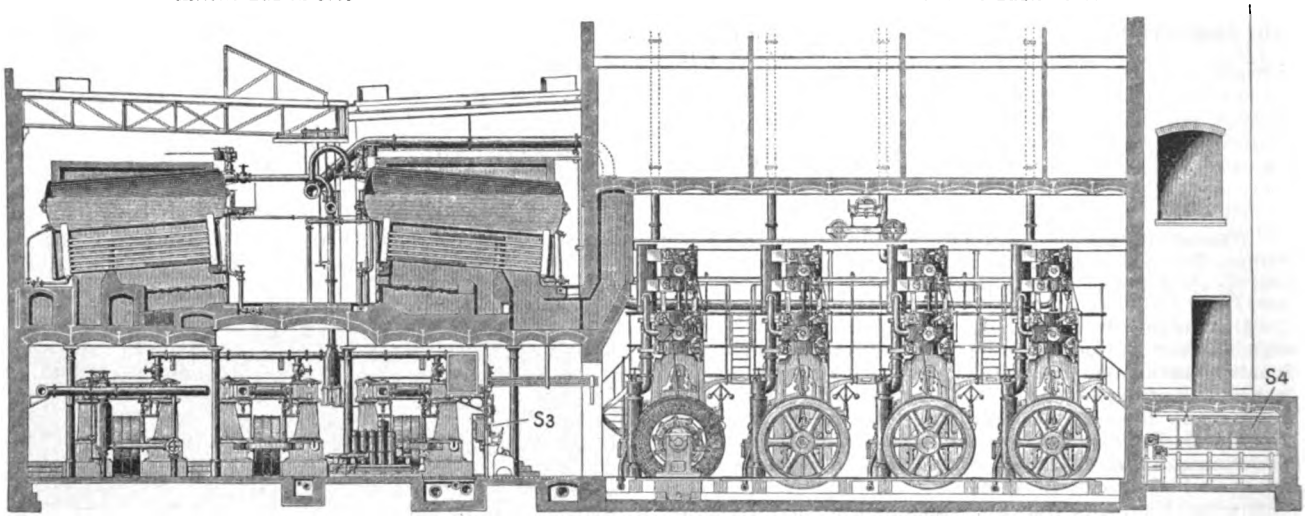
*) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 25. IX. 1934.

[1]) Einzelheiten sowie ausführliche Schrifttumsangaben sind in der Jubiläumsschrift der BEWAG zu finden: „50 Jahre Berliner Elektrizitätswerke 1884—1934“. Veröff. der BEWAG Reihe II, Bd. 14. Berlin 1934: VDI-Verlag G. m. b. H.

Digitized by Google

zufällig freien Stelle des Maschinenhauses untergebracht. Sie bestand aus einem Eisengerüst und einem Holzschaltbrett mit darauf befestigten Schaltern, einfachsten Meßgeräten, Sicherungen und Sammelschienen. Die Regler standen in unmittelbarer Nähe der Schalttafel. Die Verbindungsleitungen zwischen den Maschinen und der Schalttafel waren aus blankem Kupfer. Die abgehenden Speisekabel waren über primitive Schalter an die Sammelschienen angeschlossen.

Ältester Bauteil 1885 Neuerer Bauteil 1888



S_3 Maschinenschalttafel Abb. 2. Die Maschinenschalttafel im Kraftwerk Markgrafenstraße, 1885/88. S_4 Kabelschalttafel

(Holzschnitt aus Wilke, Arthur: „Die Berliner Elektrizitäte-Werke" 1. Heft. Berlin: F. A. Günther u. Sohn, 1890.)

Die Schaltanlage des ältesten öffentlichen Kraftwerkes Europas in der Markgrafenstraße 44 in Berlin, das 1885 mit 6 Maschinensätzen in Betrieb genommen und 1888 um weitere 4 Dynamomaschinen erweitert wurde, bestand aus zwei Teilen: einer Schaltvorrichtung für die Schaltung der Maschinen und einer Kabelschalttafel (Abb. 1). Die Schaltvorrichtung für die Maschinen war in einem kleinen Raum zwischen dem alten und dem neuen Maschinenhaus untergebracht. Zu diesem „Schaltraum" führten die Leitungen von den Maschinen, und von hier aus gingen sie dann weiter bis zu der Kabelschalttafel. Auf der Maschinenschalttafel (Abb. 2) waren sämtliche Apparate für die Ein- und Ausschaltung der Dynamomaschinen und die zugehörigen Spannungsregler, Widerstände und Sammelschienen untergebracht. Die Widerstände und die Verbraucher wurden durch 3 einpolige Hebelschalter mit breiten Messerkontakten eingeschaltet, das Feld wurde von Hand geregelt. Man nannte sie die „bewußte Regelung" im Gegensatz zur selbsttätigen. Während man sich beim Parallelschalten der älteren Dynamos einer Lampenbatterie bediente, verwendete man hier für das Parallelschalten der neuen Maschinen Widerstände aus Nickelindrahtgewebe. Entsprechend dem Anwachsen der Spannung wurde der Widerstand durch Schiebekontakte allmählich verkleinert; für die Schiebeknöpfe war eine Anordnung nach Art der Orgelregister gewählt. Sie waren neben den Schalthebeln angeordnet, während die Widerstände selbst darüber, hinter der Schalttafel, befestigt waren. Auf der Schalttafel waren in Augenhöhe primitive Strommesser, aus einem Solenoid mit Eisenkern bestehend, befestigt, die als erste Weicheisen-Betriebsmeßgeräte anzusprechen sind.

Eine einschneidende Veränderung bedeutet die Schaltanlage (Abb. 3) für das im Herbst 1898 in Betrieb genommene Kraftwerk Luisenstraße. Sie unterscheidet sich von den früheren hauptsächlich durch die Aufstellung von Schalttafeln, auf deren Vorderseite die Meßgeräte, Schalthebel und Handräder und auf deren Rückseite die Zuleitungen von den Dynamomaschinen, die Sammelschienen und Schalter angeordnet waren. Die Schalttafeln waren auf einer Galerie aufgestellt, von der aus man das ganze Maschinenhaus beobachten konnte. In der Abb. 3 sieht man in der Mitte die Hauptmaschinen-Schalttafel, zu deren Seite sich die beiden Verteilungstafeln für den Bahnbetrieb befinden.

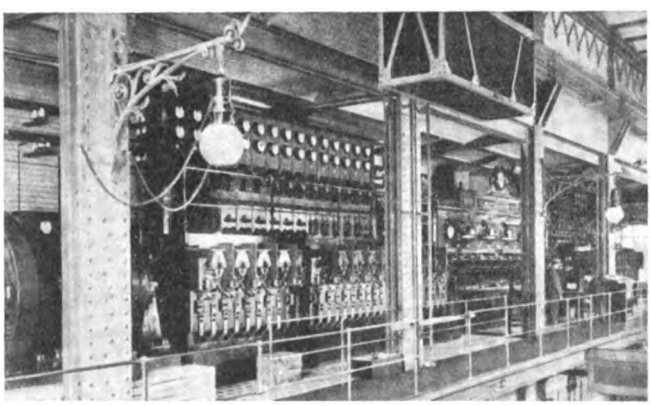


Abb. 3. Kraftwerk Luisenstraße 1898. Hauptschalttafel für Licht und Bahn.

B. Von der Einführung des Drehstromes bis zum Ölschalter (1896 bis 1904).

Der erste große Wendepunkt im Schaltanlagenbau ist durch die Einführung des hochgespannten Drehstromes gegeben. Konnten bisher noch Isolatoren, Leitungen und Schaltgeräte ganz ähnlich den in der Fernmeldetechnik verwendeten ausgebildet werden, so mußten nun wegen der schnell wachsenden Leistungen und Spannungen vollkommen neue Wege beschritten werden. Zu diesem Zeitpunkt traten die typisch starkstromtechnischen Merkmale im Schaltanlagenbau erstmalig in Erscheinung.

Als erstes reines Drehstrom-Kraftwerk in Berlin und als erstes Werk in Europa, in dem eine Spannung von 6 kV unmittelbar in der Maschine erzeugt wurde, ging das 1895 von der AEG erbaute und 1899 von den BEW übernommene Werk Oberspree in Betrieb. Seine Entwicklung ist typisch für alle BEW-Anlagen in jener Zeit.

Die 6 kV-Schaltanlage war entsprechend der Abb. 4 aufgebaut. Vom Generator gingen auf Isolatoren verlegte Leitungen über Abschmelzsicherungen und Luftschalter nach der Galerie und von hier über Sicherungen, die mit Hilfe eines senkrecht beweglichen Fahrgestelles ausschaltbar waren, nach den 6 kV-Freileitungen. Eigens für Hochspannung gebaute Schalter gab es noch nicht. Man nahm nach dem Vorbild der Niederspannungschalter gebaute Hebelschalter mit entsprechend großen Abmessungen und guter Porzellanisolation. Bemerkenswert ist, daß die Schalter für die ersten beiden Maschinen mit Druckluft bewegte Luftschalter und mit getrennt übereinander angeordneten Phasen waren. Die Schalter konnten auch von Hand vom Maschinenhausfußboden aus bedient werden. Von hier aus konnte man auch Druckluft zur Löschung des Lichtbogens an die Trennstellen führen. Die Luftschalter sollten möglichst zum lastfreien Zu- und Abschalten dienen. Für Schaltungen unter Last bzw. zum Abschalten von Kurz-

Digitized by Google

schlüssen waren in erster Linie die ausfahrbaren Schmelzsicherungen bestimmt.

Vom Jahre 1898 an wurde die Energie statt über Freileitungen über 6 kV-Kabel fortgeleitet. Durch diese Umstellung, die durch den gesteigerten Leistungsbedarf und durch die Inbetriebnahme von Umformwerken in der Innenstadt bedingt war, wurde ein vollkommener Umbau der Schaltanlage Oberspree erforderlich. Bei diesem Um-

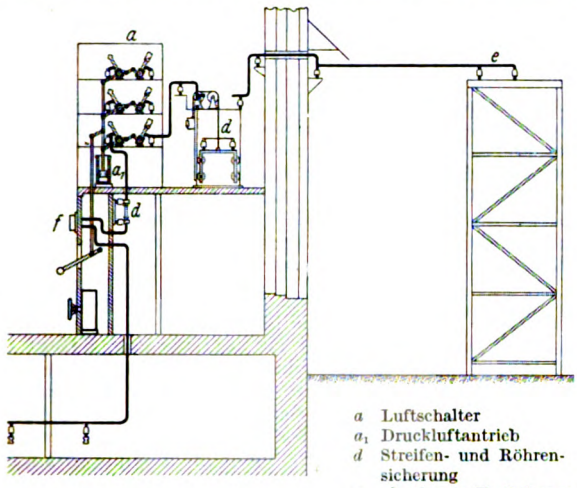


Abb. 4. 6 kV-Schaltanlage im Kraftwerk Oberspree, 1897.

bau wurde die Schaltanlage von der Galerie in den Keller verlegt. Die Luftschalter wurden nebeneinander angebracht und wurden von der Bedienungswand aus nur von Hand betätigt, da der Druckluftantrieb sich nicht bewährt hatte. Zum Anschluß der Meßinstrumente wurden erstmalig Strom- und Spannungswandler verwendet. Die abgehenden Kabel waren über Sicherungen mit waagerecht laufendem Fahrgestell abschaltbar. Da man anfangs die Sicherungen nur für höchstens 15 A Betriebstrom herstellen konnte, mußten für höhere Ströme entsprechend viele Sicherungen parallelgeschaltet werden. Schwierigkeiten ergaben sich bei den parallelgeschalteten Sicherungen dadurch, daß die verschiedenen Schmelzeinsätze ungleichmäßig Strom aufnahmen. Infolgedessen brannten vielfach einige Sicherungen vorzeitig durch, und der Rest folgte dann durch Überlastung. Da ferner häufig der Lichtbogen nach dem geerdeten Eisengerüst überschlug, wurden später die Isolatoren auf Marmorplatten montiert und die einzelnen Phasen durch Marmorplatten getrennt. Die Leitungen selbst und die Sammelschienen wurden mit Gummiband vollständig umwickelt. Als Phasenfarben wählte man rot, grün und gelb. Als Isolatoren verwendete man anfangs die von der Niederspannungstechnik her bekannten Glockenisolatoren mit entsprechend vergrößerten Abmessungen und dem für Hochspannungsporzellan vorgeschriebenen blauen Ring. Später ging man dann zu Rillenisolatoren der verschiedensten Form über.

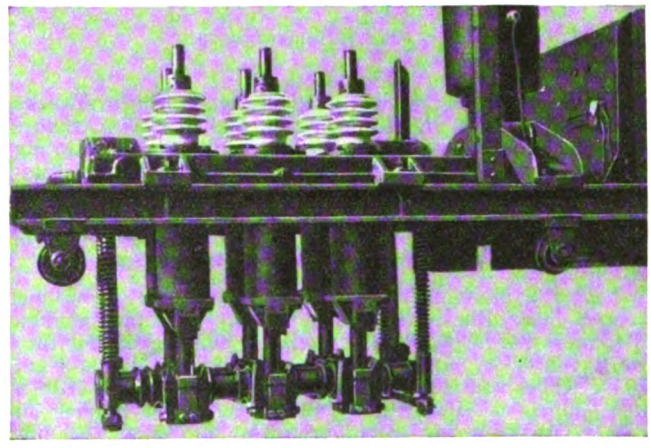
Mit dem Ende dieses Abschnittes sind auch die Kinderjahre des Schaltanlagenbaues vorüber. Man hatte in dieser Zeit erkannt, daß die Schaltanlagen nicht irgendwie in einem freien Winkel untergebracht werden dürfen, und daß man nicht mit Apparaten, wie sie aus der Fernmelde- und Niederspannungstechnik bekannt waren, weiterkommen konnte. Man hatte vielmehr eingesehen, daß bei Fehlern an den Sammelschienen ein Vielfaches der Leistung einer Maschine frei werden konnte, und daß gerade Mängel in der elektrischen Anlage schwerste Störungen hervorriefen. Die Grundzüge des Schaltanlagenbaues, nämlich die Entwicklung brauchbarer Schaltgeräte für normale und kurzschlußmäßige Beanspruchungen, die zweckmäßige Anordnung der einzelnen Apparate, Instrumente, Leitungen, Schutzwände usw. zueinander innerhalb einer Schaltanlage und die Notwendigkeit der organischen Lage der Schaltanlage zu der übrigen Kraftwerksanlage waren somit erkannt.

C. Von der Einführung des Ölschalters bis zur Großfernversorgung (1904 bis 1918).

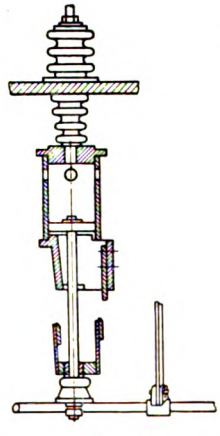
Den immer größer werdenden Schaltbeanspruchungen waren die Luftschalter, auch nachdem man sie mit zweifacher Unterbrechung je Phase ausgerüstet hatte, auf die Dauer nicht gewachsen. Das gleiche galt von den Sicherungen. Als Retter in der Not tauchte im Anfang des 20. Jahrhunderts der Ölschalter auf. In den Jahren 1902 und 1903 baute der damalige BEW-Direktor K. Wilkens einen Ölschalter mit Vorwiderständen, die beim Ausschalten nacheinander vorgeschaltet wurden, so daß nur noch ein verhältnismäßig kleiner Reststrom mit dem eigentlichen Ölschalter abgeschaltet wurde. Die Versuche verliefen erfolgreich, von dem Einbau des Schalters aber sah man ab, da er zu viel Platz beanspruchte.

Der erste Ölschalter (Abb. 5), den die Berliner Elektrizitätswerke einbauten, war dazu bestimmt, den Luftschalter der Maschine 9 in Oberspree zu ersetzen. Der Ölschalter hatte keine elektrische Auslösung, er wurde wie die alten Luftschalter von Hand ein- und ausgeschaltet. Als Schutz dienten die Abschmelzsicherungen vor und hinter dem Schalter. Eine ganz besondere Eigentümlichkeit wies dieser erste Ölschalter insofern auf, als mit Hilfe einer Ölpumpe im oberen Kontakt beim Trennen der Kontakte Öl in den Lichtbogen gespritzt wurde. Diese Anordnung bewährte sich ausgezeichnet. Allerdings war der Schalter teurer als ein normaler Ölschalter.

Als 1905 in Oberspree und Moabit einige neue Turbinen für je 5000 kW aufgestellt wurden, wurde dieser Schalter als Lastschalter eingebaut. Man bemaß die Kontakte sehr reichlich und stellte für Maschinen und größere Transformatoren nur Dreikessel-Ölschalter auf, die durch Gallsche Ketten miteinander gekuppelt waren. Jeder Schalter hatte einen Einschaltmagneten, und die drei Einschaltmagnete waren hintereinander geschaltet, um die Ketten beim Einschalten zu entlasten. Zu gleicher Zeit entstanden Trennschalter, die nur zum Abtrennen des Ölschalters benutzt wurden.



a



b

Abb. 5. 6 kV-Ölschalter mit Pumpe im Kraftwerk Oberspree, 1905.

Die Erweiterungen in Oberspree im Jahre 1905 wurden erstmalig nach dem Zellensystem ausgeführt. Dabei waren die einzelnen Phasen der Sammelschienen durch Zwischenwände und die einzelnen Sätze der Ölschalter durch Seitenwände voneinander getrennt. Auch die Meßwandler und die ihnen vorgeschalteten Sicherungen waren in besonderen Kammern untergebracht.

Die guten Erfahrungen mit den Ölschaltern führten zum Ersatz sämtlicher noch vorhandenen ausfahrbaren Sicherungen durch Ölschalter. Dabei wurden die Ölschalter meist von dieser Zeit an mit den zugehörigen Wandlern, Relais und Strommessern in einen Schaltwagen eingebaut (Abb. 6), der in ein Schaltgerüst eingefahren werden konnte, das auf der Rückseite die Hochspannungs-Sammelschienen sowie die Kabelendverschlüsse trug.

Digitized by Google

Gleichzeitig mit der Einführung dieser Schaltwagen ging man allgemein zur mittelbaren Betätigung der Schaltgeräte über. Alle Schalter und Regler wurden in nächster Nähe der zugehörigen Betriebsmittel aufgebaut und von einer zentralen Schalttafel aus fernbetätigt und fernüberwacht.

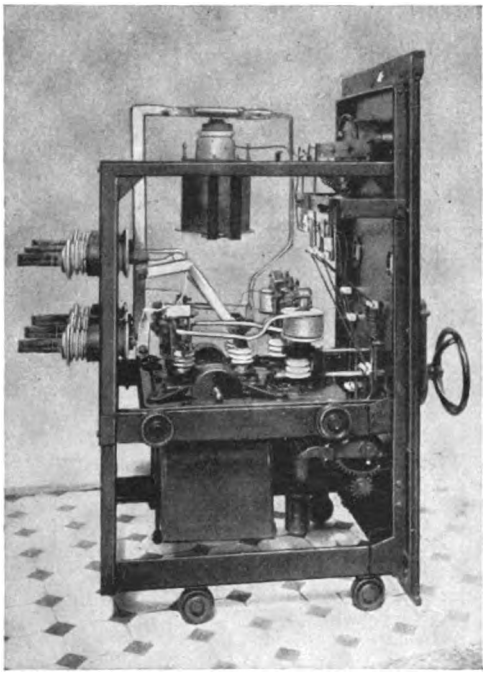


Abb. 6. 6 kV-Ölschalterwagen 1905.

Als erste Werke wurden die neuen Umformwerke Alte Jakobstraße und Koppenplatz und das 1907 erbaute Drehstromkraftwerk Rummelsburg mit Fernbetätigung ausgerüstet. Um die vielen Meß- und Betätigungsleitungen auf einer zentralen Schaltbühne unterbringen zu können, versah man die Hinterwand der Schalttafel mit Querwänden, so daß auf der Rückseite ebenso viele Kammern entstanden wie auf der Vorderseite Felder waren.

Eine Systemänderung aus dem Jahre 1910 verdient wegen ihrer Rückwirkungen auf den Schaltanlagenbau besonders hervorgehoben zu werden, nämlich die Einführung von 30 kV und die Verwendung von über 200 km 30 kV-Kabel vom Kraftwerk Oberspree nach den nördlich und südlich von Berlin gelegenen Orten. Der Betrieb im 6/30 kV-Aufspannwerk Oberspree war anfänglich sehr unsicher, und man schritt daher im Jahre 1912 zu einer vollständigen Erneuerung der 6 kV-Anlage. Dieser Umbau brachte folgende technische Neuerungen, die zum Teil noch für den heutigen Schaltanlagenbau kennzeichnend sind. Die Sammelschienen, die bisher stets als Einfachsammelschienen, meist nach dem Vorbild der Dampfleitungen in Ringform ausgeführt waren, wurden erstmalig als Doppelsammelschienen ausgebildet. Sie wurden mit den Trennschaltern zusammen in einem besonderen Stockwerk untergebracht. Im Stockwerk darunter befanden sich die Ölschalter mit dem Bedienungsgang und im Keller die Kabelzuleitungen mit den Strom- und Spannungswandlern. Jedes abgehende Kabel erhielt unmittelbar vor dem Kabelendverschluß einen Trennschalter. Die Bedienung der Trennschalter erfolgte im Ölschalterbedienungsgang von der Stelle aus, an der das Handrad des Ölschalters saß. Alle Ölschalter wurden ferngesteuert, und nach der Schaltanlage wurde gemeldet, auf welche Sammelschiene der betreffende Ölschalter geschaltet war.

Als Sicherheitsmaßnahme wurde eine von dem Spannungszustand der Zelle abhängige Ver- und Entriegelung der Schutztüren der Ölschalterkammern eingebaut. Ferner wurden alle zu einem Abzweig gehörigen Trennschalter durch Hilfsleitungen derartig überwacht, daß im Ölschalterraum eine Lampe aufleuchtete, wenn sämtliche zugehörigen Trennschalter offen, d. h. der Ölschalter spannungslos war.

Als weitere Neuerung ist die Unterteilung der Ölschalterräume durch Pendeltüren zu erwähnen. Es wurden immer höchstens fünf Ölschalter zu einem Unterabschnitt zusammengefaßt, und jeder dieser Abschnitte konnte im Falle einer Verqualmung in kürzester Zeit durch Lüfter entlüftet werden. Die Lüfter wurden von Gleichstrommotoren getrieben, die von einer Stelle außerhalb des zu entlüftenden Raumes angelassen werden konnten.

Als 6 kV-Kabel-Ölschalter wurde die größte damals vorhandene Type, nämlich die Serie V, und zwar für 400 A Nennstrom, gewählt. Als für die kurz vor dem Kriege neu aufgestellten 16 000 kVA-Generatoren in Oberspree und Rummelsburg 2000 A-Ölschalter benötigt wurden, mußten sie, da Schalter solcher Größe in Europa nicht erhältlich waren, aus Amerika von der General Electric bezogen werden. Bei diesen Schaltern lagen die Hauptkontakte in Luft, die Vorkontakte unter Öl in schweren Stahlbomben. Sowohl die deutschen als auch die amerikanischen Ölschalter bewährten sich ausgezeichnet. Auf Grund dieser guten Erfahrungen wurden alle zuerst eingebauten kleinen Ölschalter in Rummelsburg durch solche der Serie V ersetzt. Im Kraftwerk Moabit kam es vor und im Kriege nicht mehr zur Auswechslung der Schalter. Um die kleinen Schalter nicht zu überlasten, mußte deshalb die Moabiter Schaltanlage so unterteilt werden, daß jede Gruppe nicht mehr als 20 000 kVA Leistung aufwies.

Mit Ausbruch des Krieges fand die Weiterentwicklung der Schaltanlagen ein vorläufiges Ende. Erst als der 1915 einsetzende Mehrverbrauch der Kriegsindustrie den Rückgang des Energieverbrauchs auf anderen Gebieten aufhob, tauchten neue Pläne zur Verbesserung der Schaltanlagen auf.

So beabsichtigte man, die 6 kV-Sammelschienen in den Kraftwerken zu beseitigen und durch Vorschalten von 6/30 kV-Aufspannern vor die Drehstromgeneratoren eine 30 kV-Sammelschiene zu schaffen, um so die Ableitung der immer größer werdenden Energiemengen zu erleichtern. Diesen wie auch anderen Plänen konnte aber erst nach Beendigung der Inflation nähergetreten werden.

Die wenigen im Kriege neu erstellten Schaltanlagen mußten infolge des Mangels an Rohstoffen vielfach aus Ersatzstoffen aufgebaut werden. Aber weder das Zink und das Aluminium als Kupferersatz noch das Harzöl als Ersatz für amerikanische Mineralöle bewährten sich. Die Betriebsmittel waren alle überlastet. Schäden an den Ölschaltern, die für die immer größer gewordenen Maschinenleistungen und Kabelbelastungen zu klein waren, traten häufig auf. Die Lichtbögen stiegen oft zur Sammelschiene hoch und liefen an dieser entlang bis zum Ende, um dort stehen zu bleiben. Zur Löschung der Lichtbögen wurden die Sammelschienenenden wie Hörnerableiter auseinandergebogen und alle dem Lichtbogen erreichbaren geerdeten Teile verkleidet. Diese Maßnahmen bewährten sich einigermaßen. Trotzdem versetzten die häufigen Schäden die Schaltanlagen in einem ziemlich üblen Zustand.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Die Berechnung des Kurzschlußstromes in Hochspannungsnetzen.

(Mitteilung aus der Abteilung Elektrotechnik der Berliner Kraft- und Licht [BEWAG]-Aktiengesellschaft.)

Von Dr.-Ing. **Georg Hameister**, Berlin.

Übersicht. Es wird ein für Elektrizitätswerke geeignetes Rechenverfahren für den Kurzschlußstrom und seinen Verlauf angegeben. Dieses unterscheidet sich von den bekannten Verfahren, z. B. dem vom VDE im Sonderdruck zu den R.E.H. 1929 empfohlenen, im wesentlichen dadurch, daß der Stoßkurzschlußstrom und der Dauerkurzschlußstrom in einem einzigen Rechnungsgang ermittelt werden, der weiter keine Größen als eine dem Betriebsingenieur bekannte Spannung in seinem Netz und die Scheinwiderstände in der Kurzschlußbahn enthält. Die Arbeit liefert keinen Beitrag zur Theorie des Kurzschlußstromes; sie scheidet besondere theoretische Überlegungen und willkürlich gewählte Begriffe, wie numerische Kurzschlußentfernung, Sättigungsfaktoren usw., möglichst aus. Die hier mitgeteilten Rechnungsunterlagen für den Kurzschlußstrom in Hochspannungsnetzen genügen praktisch für alle vorkommenden Fälle.

Wird ein Kurzschluß ein- und ausgeschaltet, so verlaufen der Strom in einem Schalterpol und die Spannung zwischen den Schalterklemmen nach Abb. 1. Hier soll nur der Kurzschlußstrom betrachtet werden. Der Einschaltstrom I_E ist gleich dem Stoßkurzschlußstrom und besteht aus dem Anfangs-Kurzschlußwechselstrom I_a und einem überlagerten Gleichstromglied, dessen Größe von der zufälligen Phasenlage α des Stromes I_a bei Kurzschlußeintritt abhängt. Der Einschaltstrom wird wegen seiner unsymmetrischen Lage als Scheitelwert ausgedrückt und beträgt erfahrungsgemäß im Höchstfalle, d. h. für $\alpha = 90°$,

$$I_E \approx (I_a + 0{,}8\, I_a)\sqrt{2} \approx 1{,}8\sqrt{2}\, I_a.$$

Als Ausschaltstrom I_A wird der Effektivwert des Wechselstromes zur Zeit der Kontakttrennung bezeichnet. Er ist in der Regel kleiner als der Anfangs-Kurzschlußwechselstrom und häufig größer als der Dauerkurzschlußstrom. Die allmähliche Abnahme des Kurzschlußstromes beruht, wie im folgenden nochmals ausgeführt, auf der ungleichen Trägheit des Magnet- und Streufeldes der Generatoren.

Nach dem vereinfachten Diagramm einer Synchronmaschine nach Abb. 2 besteht vor der Störung eine Klemmenspannung[1]) $\mathfrak{U}_k$ am Generator und ein Laststrom $\mathfrak{J}$. Letzterer erzeugt in dem Streuwiderstand $\mathfrak{X}_s$ der Maschine einen Spannungsabfall $\mathfrak{J}\,\mathfrak{X}_s$, der zu $\mathfrak{U}_k$ vektoriell addiert eine Spannung $\mathfrak{E}_1$ ergibt. Der Laststrom erzeugt weiter

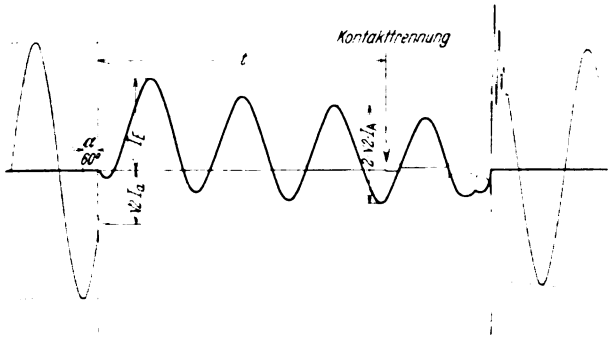


Abb. 1. Spannung und Strom in einem Schalterpol beim Ein- und Ausschalten eines Kurzschlusses.

eine Ankerrückwirkung, die sich im Spannungsdiagramm als Spannungsabfall $\mathfrak{J}\,\mathfrak{X}_a$ in einem Ankerblindwiderstand $\mathfrak{X}_a$ ausdrücken läßt. Die Summe aus $\mathfrak{E}_1$ und $\mathfrak{J}\,\mathfrak{X}_a$ ergibt die Polrad-EMK $\mathfrak{E}_2$, die treibende EMK.

Tritt nun ein Kurzschluß ein, so ruft der Kurzschlußstrom im Anfang keine Ankerrückwirkung hervor; das träge Magnetfeld hält die Spannung $\mathfrak{E}_1$ zunächst unverändert, während sich das Streufeld und damit $\mathfrak{U}_k$ praktisch sofort ändert. $\mathfrak{E}_1$ erzeugt einen Maschinenstrom $\mathfrak{J}_{m1}$ gleich der vektoriellen Summe aus dem Anfangs-Kurzschlußwechselstrom $\mathfrak{J}_a$ und dem durch die Spannungssenkung meistens etwas verringerten Laststrom $\mathfrak{J}_1$. Allmählich kommt die Ankerrückwirkung des Kurzschlußstromes zustande. Dadurch ändert sich $\mathfrak{E}_1$. Im Endzustand, dem Dauerkurzschluß, ergibt die treibende EMK $\mathfrak{E}_2$ einen Maschinenstrom $\mathfrak{J}_{m2}$ gleich der Summe aus dem Dauerkurzschlußstrom $\mathfrak{J}_d$ und dem weiter verkleinerten Laststrom $\mathfrak{J}_2$. In vielen Netzen setzt während dieser Zeit eine Spannungsregelung ein, welche die Erregung und damit die Polrad-EMK auf $\mathfrak{E}_3$ erhöht. Dann sinkt der Maschinenstrom nur bis $\mathfrak{J}_{m3}$ herab. Seine Anteile sind der Laststrom $\mathfrak{J}_3$ und der Dauerkurzschlußstrom $\mathfrak{J}_d$.

Das zu diesem Diagramm angegebene Schaltbild in Abb. 2 ist allgemeingültig. Gedanklich läßt sich nämlich jedes beliebige Netz im Kurzschlußfall auf ein solches

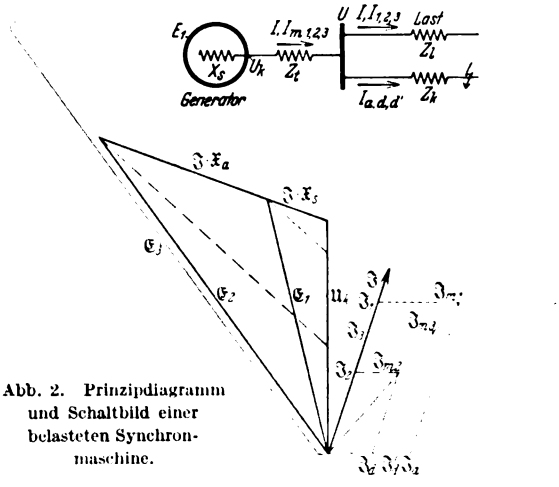


Abb. 2. Prinzipdiagramm und Schaltbild einer belasteten Synchronmaschine.

Schaltbild zurückführen. Die eingetragenen Widerstände X_s, Z_l und Z_k sind konstante, durch die Maschinen- und Netzverhältnisse gegebene Werte. Der Vorbelastungs-Scheinwiderstand Z_l ist im wesentlichen durch die Licht- oder Wärme- und Kraftlast gegeben und nimmt bekanntlich bei Spannungssenkungen stark ab. Der Widerstand von Glühlampen sinkt z. B. nach dem Abschalten, also bei völligem Zusammenbruch der Spannung, sehr rasch auf etwa den zehnten Teil. Bei Spannungssenkungen an belasteten Motoren liegen die Verhältnisse nicht viel anders[2]). Man kann in grober Annäherung sagen, daß der Vorbelastungs-Scheinwiderstand der an ihr liegenden Restspannung $\varepsilon \cdot U$ proportional ist. Der Wert ε wird später noch gebraucht. Er läßt sich, wie folgt, aus den konstanten Widerständen X_s, Z_l und Z_k ausdrücken. Betrug die Spannung an $\mathfrak{Z}_l$ vor dem Kurzschluß

$$\mathfrak{U} = \mathfrak{E}_1 \frac{\mathfrak{Z}_l}{\mathfrak{X}_s + \mathfrak{Z}_l + \mathfrak{Z}_l}$$

und liegt während des Stoßkurzschlusses sinngemäß an $\varepsilon\,\mathfrak{Z}_l$ die Spannung

$$\varepsilon\,\mathfrak{U} = \mathfrak{E}_1 \frac{\varepsilon\,\mathfrak{Z}_l /\!/ \mathfrak{Z}_k}{\mathfrak{X}_s + \mathfrak{Z}_l + \varepsilon\,\mathfrak{Z}_l /\!/ \mathfrak{Z}_k} \quad \text{mit} \quad \varepsilon\,\mathfrak{Z}_l /\!/ \mathfrak{Z}_k = \frac{\varepsilon\,\mathfrak{Z}_l\,\mathfrak{Z}_k}{\varepsilon\,\mathfrak{Z}_l + \mathfrak{Z}_k},$$

so ist

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon\,\mathfrak{Z}_l /\!/ \mathfrak{Z}_k}{\mathfrak{X}_s + \mathfrak{Z}_l + \varepsilon\,\mathfrak{Z}_l /\!/ \mathfrak{Z}_k} : \frac{\mathfrak{Z}_l}{\mathfrak{X}_s + \mathfrak{Z}_l + \mathfrak{Z}_l} = \frac{\mathfrak{Z}_k}{\mathfrak{X}_s + \mathfrak{Z}_l + \mathfrak{Z}_k}.$$

[1]) Absolute Größen in lateinischen Buchstaben (I_a, Z_k), dieselben Größen als Vektoren in deutschen Buchstaben ($\mathfrak{J}_a$, $\mathfrak{Z}_k$).

[2]) Titze, Elektr.-Wirtsch. 32 (1933) H. 13.

Digitized by Google

Berechnung des Anfangs-Kurzschlußwechselstromes, Stoßkurzschluß- und Einschaltstromes.

Der Anfangs-Kurzschlußwechselstrom ist nach der zu Abb. 2 gegebenen Beschreibung

$$\mathfrak{J}_a = \frac{\mathfrak{E}_1}{\sqrt{3}\,(\mathfrak{x}_s + \mathfrak{z}_t + \varepsilon\,\mathfrak{z}_t \,//\, \mathfrak{z}_k)} \cdot \frac{\varepsilon\,\mathfrak{E}_t \,//\, \mathfrak{z}_k}{\mathfrak{z}_k},$$

nach Einsetzen von ε

$$\mathfrak{J}_a = \frac{\mathfrak{E}_1}{\sqrt{3}\,(\mathfrak{x}_s + \mathfrak{z}_t + \mathfrak{z}_k)\left(1 + \frac{\mathfrak{x}_s + \mathfrak{z}_t}{\mathfrak{z}_t}\right)}.$$

Nun ist

$$\mathfrak{E}_1 = \mathfrak{U} + \sqrt{3}\,\mathfrak{J}\,(\mathfrak{x}_s + \mathfrak{z}_t) = \mathfrak{U} + \frac{\mathfrak{U}}{\mathfrak{z}_t}(\mathfrak{x}_s + \mathfrak{z}_t) = \mathfrak{U}\left(1 + \frac{\mathfrak{x}_s + \mathfrak{z}_t}{\mathfrak{z}_t}\right)$$

mit $\mathfrak{U}$ = verkettete Sammelschienenspannung vor dem Kurzschluß, also

$$\mathfrak{J}_a = \frac{\mathfrak{U}}{\sqrt{3}\,(\mathfrak{x}_s + \mathfrak{z}_t + \mathfrak{z}_k)} \qquad (1)$$

d. h. der an der Kurzschlußstelle fließende Anfangs-Kurzschlußwechselstrom ist gleich dem Quotienten aus der Sammelschienenspannung U vor dem Kurzschluß und dem Scheinwiderstand im Kurzschlußkreis unter Vernachlässigung des Vorbelastungs-Scheinwiderstandes. Das gilt streng, wenn letzterer im Kurzschluß proportional der an ihm liegenden Sammelschienenrestspannung abnimmt, ist aber auch, wie man aus einfachen Überlegungen und Nachrechnungen erkennen kann, in guter Näherung gültig, wenn die Vorbelastung sich anders verhält.

Die Näherungsrechnung beweist die Richtigkeit der für den Anfangs-Kurzschlußwechselstrom lange bekannten Gl. (1). Diese gilt für den 1-, 2- und 3poligen Kurzschluß in gleicher Weise[3]) und läßt sich nicht weiter vereinfachen. Der Scheinwiderstand Z_k enthält die Leitungsscheinwiderstände; durch die Maschinenstreuung X_s und die in Z_t enthaltene Streuung des Aufspanntransformators wird der Einfluß des Maschineneinsatzes auf den Kurzschlußstrom berücksichtigt.

Die Spannung U der Gl. (1) ist nach dem grundsätzlichen Schaltbild 2 die Spannung an der Sammelschiene, von der der Lastzweig mit dem Widerstand Z_l und der Kurzschlußzweig mit Z_k nebeneinander abgehen. U ist also im wesentlichen die Spannung an der Kraftwerkssammelschiene. Sie liegt bei hoher Last 5 bis 10 % über der Betriebspannung an den Verbrauchern und ist daher in dieser Höhe für die Vorausberechnung des größtmöglichen Kurzschlußstromes einzusetzen.

Die Vernachlässigung der Vorbelastung für den Anfangs-Kurzschlußwechselstrom ist dann nicht zulässig, wenn sie große Asynchronmotoren und Umformer enthält. Diese wirken wie Generatoren[4]) und besitzen einen Streuwiderstand ähnlicher Größe. Die durch ihre Vernachlässigung entstehende Verringerung des errechneten Kurzschlußstromes gegenüber dem tatsächlichen Wert hängt ab von dem Verhältnis ihrer Nennleistung zur Kraftwerksnennleistung und ihrem Kuppelwiderstand bis zur Kurzschlußstelle.

Bei vermaschten Netzen mit mehreren, durch Scheinwiderstände getrennten Kraftquellen, zu denen also auch die ebengenannten Maschinen gehören, zeichnet man sich zweckmäßig ein Ersatzbild auf, in dem man die Spannung U als treibende Spannung zwischen dem Kurzschlußpunkt und den Kraftquellen annimmt. Diese selbst werden in dem Ersatzbild als induktive Widerstände in Höhe ihrer für den Anfangskurzschluß wirksamen Streureaktanz eingeführt. Abb. 3 zeigt nochmal ein einfaches Netz und seine Umwandlung für die Berechnung. Wie bekannt[5]), ist dabei der wirksame Streuwiderstand im Anfang bei Turbogeneratoren und Schenkelpolgeneratoren mit Dämpferwicklung gleich dem Ankerstreuwiderstand X_{sa}, bei Schenkelpolgeneratoren ohne Dämpferwicklung gleich der gesamten Maschinenstreuung X_s. Sind diese Werte nicht erhältlich, so kann man im Mittel[6])

$$X_{sa} = 0{,}15 \cdot \frac{U_{n\,(\text{in V})}}{\sqrt{3}\,I_{n\,(\text{in A})}} = 0{,}15 \cdot \frac{U_{n^2\,(\text{in kV})}}{N_{(\text{in MVA})}},$$

$$X_s = 0{,}24 \cdot \frac{U_{n\,(\text{in V})}}{\sqrt{3}\,I_{n\,(\text{in A})}} = 0{,}24 \cdot \frac{U_{n^2\,(\text{in kV})}}{N_{(\text{in MVA})}}$$

(U_n Masch.-Nennspannung N Masch.-Nennleistung I_n Masch.-Nennstrom)

setzen.

In solchen vermaschten Netzen läßt sich kaum eine bestimmte Kraftwerks-Sammelschienenspannung als treibende Spannung U angeben. Sie ist dann die zur Zeit des Kurzschlusses herrschende Betriebspannung an der wichtigsten Sammelschiene des gestörten Netzes, von der seine

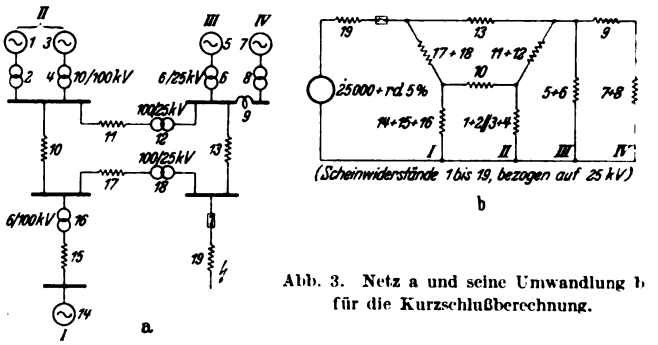


Abb. 3. Netz a und seine Umwandlung b für die Kurzschlußberechnung.

Speisung hauptsächlich erfolgt. Der Anfangs-Kurzschlußwechselstrom folgt aus U, hier z. B. 25 kV + rd. 5 %, und dem resultierenden Scheinwiderstand der Abb. 3 b; die von den einzelnen Kraftwerken oder Gruppen *I*, *II*, *III* und *IV* gelieferten Anteile ergeben sich nach den bekannten Stromverteilungsgesetzen.

Für die Vorausberechnung folgen der Stoßkurzschlußstrom-Höchstwert und der größtmögliche Einschaltstrom aus dem nach Gl. (1) für den höchsten Maschineneinsatz ermittelten I_a durch Multiplikation mit 1,8 $\sqrt{2}$.

Bestimmung des Dauerkurzschlußstromes.

Während sich für den Anfangs-Kurzschlußwechselstrom I_a das beschriebene einfache Berechnungsverfahren anwenden läßt, ist die nach den bisher bekannten Verfahren unabhängig von I_a durchzuführende Bestimmung des Dauerkurzschlußstromes I_d umständlicher, da die Eigenschaften der Maschinen im Dauerkurzschluß rechnerisch nicht so einfach zu erfassen sind. Es liegt nahe, zur Vermeidung der langwierigen Rechenverfahren eine unmittelbare, möglichst allgemeingültige Beziehung zwischen I_a und I_d aufzustellen. Man erhält sie, wenn man, wie folgt, das Verhältnis I_d/I_a in Abhängigkeit von dem Verhältnis I_a/I_n, natürlich bezogen auf die gleiche Spannung, aufzeichnet. I_a ergibt sich aus der Gl. (1); I_d soll zunächst der dreipolige Dauerkurzschlußstrom bei Generatoren ohne im Kurzschluß einsetzende Spannungsregelung sein; er wurde für den Klemmenkurzschluß in der im folgenden beschriebenen Weise den R.E.H. 1929 entnommen und für entferntere Kurzschlüsse nach einem bekannten Verfahren[7]) genau, d. h. mit Berücksichtigung der gekrümmten Magnetisierungskennlinie, des Erregungszustandes, des im Kurzschluß von dem Vorbelastungswiderstand aufgenommenen Stromes und des Einflusses der ohmschen Maschinenbelastung berechnet.

Von der Wiedergabe der Rechnung kann hier, da sie nichts Neues bietet, abgesehen werden. Es lag ihr ein

[3]) R.E.H. 1929, Sonderdruck, S. 64.
[4]) Wie Fußnote 3, S. 77.
[5]) Wie Fußnote 3, S. 56.
[6]) Wie Fußnote 3, S. 57.
[7]) Hier wurde die Beziehung $I_d = \frac{U}{\sqrt{3}\,(X_a + a_w X_s)} \sqrt{\frac{X_q + a_w X_s}{X_q + a X_s}} \cdot K_{a_w} \frac{3_l}{3_l + 3_k}$ angewandt, welcher aus den Vorarbeiten zu den Rechnungsunterlagen der R.E.H. 1929, veröffentlicht in der ETZ 1930, S. 270, Gl. (78) und S. 243, Gl. (49), folgt. Für die Maschinenreaktanzen wurden die dort angegebenen Mittelwerte eingesetzt. Damit ist I_d richtiger als nach der vom VDE empfohlenen Näherungsformel der R.E.H. 1929 bestimmt. Für Vollasterregung ergibt diese Berechnung bei kleinem I_n/I_a etwas zu hohe Werte I_d/I_a. Sie sind in der Abb. 4 in Berücksichtigung der Ergebnisse von Kurzschlußversuchen im BEWAG-Netz kleiner eingesetzt worden.

Digitized by Google

Belastungsfall nach dem Schaltbild der Abb. 2 zugrunde. Da es hier nur auf die Verhältnisse I_d/I_a und I_a/I_n ankommt, wurden $\frac{U}{\sqrt{3}} = 1$ und $I_n = 1$ gesetzt und die Widerstände X_s, Z_l und Z_k, aus denen die Ströme I_a und I_d folgen, in der Form $\alpha = \frac{U}{\sqrt{3}\, I_n}$ ausgedrückt. Für die Berechnung von X_s bzw. X_{sa} wurde $\alpha = 0{,}24$ bzw. 0,15 und nach obigem $U = U_n$ gesetzt. Für Z_l und Z_k wurde α verschieden gewählt. Der Widerstand Z_t wurde zu Null angenommen.

Die Rechnung wurde für Leerlauf und Vollasterregung bei einem $\cos\varphi = 0{,}8$ durchgeführt. Für beide Fälle wurde die praktisch mögliche Streuung von I_d/I_a dadurch ermittelt, daß einmal den Dauerkurzschlußstrom erhöhende Umstände, und zwar Schenkelpolgeneratoren ohne und mit Dämpferwicklung und überwiegend ohmscher Kurzschlußwiderstand mit einem Impedanzwinkel von nur 30°, zum andern den Dauerkurzschlußstrom verkleinernde Umstände, nämlich Turbogeneratoren und rein induktiver Kurzschlußwiderstand zugrunde gelegt wurden.

Bei Klemmenkurzschluß ist entsprechend den R.E.H. das Verhältnis des Anfangs-Kurzschlußwechselstromes zum Nennstrom für Turbogeneratoren und Schenkelpolgeneratoren mit Dämpferwicklung im Mittel $I_a/I_n = 1/0{,}15 = 6{,}67$, für Schenkelpolgeneratoren ohne Dämpferwicklung $1/0{,}24 = 4{,}16$. Das Verhältnis dreipoliger Dauerkurzschlußstrom zu Nennstrom ist im Leerlauf für Turbogeneratoren[8]) rd. 0,7, für Schenkelpolgeneratoren 0,8 und bei Vollast für Turbogeneratoren[9]) im Mittel 2, für Schenkelpolgeneratoren 2,5. Damit ist bei Klemmenkurzschluß I_d/I_a für Turbogeneratoren im Leerlauf $0{,}7/6{,}67 = 0{,}105$, bei Vollast $2/6{,}67 = 0{,}3$, entsprechend für Schenkelpolgeneratoren mit Dämpferwicklung 0,12 und 0,375, ohne Dämpferwicklung 0,19 und 0,6. Diese Werte sind in dem ermittelten Streubereich als „R.E.H.-Werte" gekennzeichnet.

Abb. 4 zeigt das Ergebnis der unter obigen Voraussetzungen durchgeführten Rechnung. Die Abszissenachse ist logarithmisch eingeteilt, um die Verhältnisse in dem für den Betrieb wichtigeren Bereich kleiner Kurzschlußleistungen klarer zu zeigen. Die Streubänder bei Leerlauf- und Vollasterregung sind schraffiert. Im praktischen Betrieb liegen zwar nicht die zur Ermittlung der Streubänder betrachteten extremen Belastungsfälle vor, dafür weichen aber die Maschineneigenschaften von den hier zugrunde gelegten Mittelwerten ab, so daß die Streuung, besonders für hohe Werte I_a/I_n, in der gleichen Größenordnung bleibt. Wegen der Streuung ist es zwecklos, Kurven für mittlere Erregungen einzutragen. Für diese läßt sich I_a/I_n nach dem Verlauf der beiden stark ausgezogenen Mittelwerte hinreichend genau abschätzen. Man ersieht aus Abb. 4 die bekannte Tatsache, daß der Dauerkurzschlußstrom bei leichten Kurzschlüssen, $I_a/I_n < 0{,}2$, praktisch gleich dem Anfangs-Kurzschlußwechselstrom ist. Hier ist die Rückwirkung des Kurzschlusses auf die Maschinen gering, so daß man in brauchbarer Annäherung mit einer starren Sammelschienenspannung im Kraftwerk rechnen kann, ohne die vor der Sammelschiene liegenden Widerstände (X_s und Z_t in Abb. 2) zu berücksichtigen.

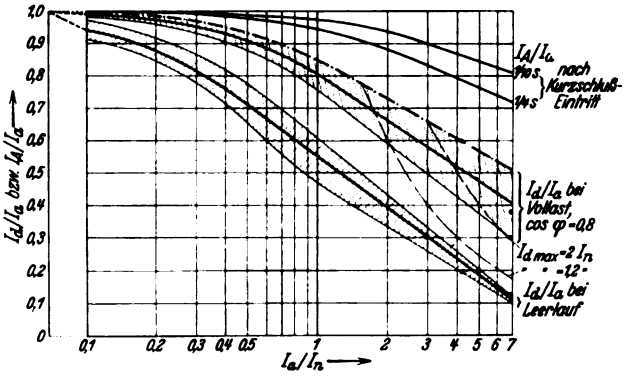
Man könnte derartige Kurven auch für den zwei- und einpoligen Kurzschluß eintragen. Wegen der größeren Ungenauigkeit in ihrer Ermittlung hat dies aber keinen Zweck. Der zweipolige Dauerkurzschlußstrom liegt bekanntlich bei dem einen Grenzfall, in dem die Kurzschlußleistung sehr klein gegenüber der Maschinen-Nennleistung ist, rd. 13 % unter, bei dem anderen, dem Klemmenkurzschluß, rd. 50 % über dem dreipoligen[9]); der einpolige Dauerkurzschlußstrom ist für den ersten Grenzfall gleich dem dreipoligen, bei Klemmenkurzschluß rd. 2,5mal so groß wie der dreipolige.

Wird die Erregung beim Kurzschluß durch Spannungsregler erhöht, so wächst der Dauerkurzschlußstrom. Im Grenzfall müßte man in einem Netz nach Abb. 3 für den Dauerkurzschluß als treibende Spannung die Ansprechspannung des Reglers annehmen und alle vor der Netzstelle, deren Spannung den Regler steuert, also meistens vor der Kraftwerkssammelschiene liegenden Widerstände (X_s und Z_t in Abb. 2) gleich Null setzen. Das ergibt bei Kurzschlüssen in der Nähe der Kraftwerke viel zu hohe, weit über dem Anfangswert liegende Ströme. Normalerweise ist der Regelbereich beschränkt, und bei schweren Kurzschlüssen tritt durch besondere Regler Strombegrenzung ein. Der Dauerkurzschlußstrom kann daher eigentlich nur bei Kenntnis der Reglereigenschaften ermittelt werden.

Im Netz der Berliner Kraft- und Licht (BEWAG)-Aktiengesellschaft, deren Generatoren mit Reglern ausgerüstet sind, welche von der Sammelschienenspannung und dem Maschinenstrom beeinflußt werden, ist der Verlauf der Sammelschienenspannung aus Kurzschlußversuchen und -störungen bei mittleren Erregungen und Vorbelastungen und damit die Beziehung $I_d/I_a = f(I_a/I_n)$ für die Beurteilung des Kurzschlußstromverlaufs hinreichend genau bekannt. Ihr Verlauf entspricht im großen und ganzen der oberen, strichpunktierten Streugrenzkurve des Dauerkurzschlußstromes bei Vollasterregung in Abb. 4. Man kann diese Kurve wohl, solange es keine genaueren Unterlagen gibt, als brauchbaren Mittelwert betrachten. Der ein- und zweipolige Kurzschlußstrom läßt sich an Hand dieser Kurve ebenso wie oben abschätzen.

Stromregler begrenzen den Maschinenstrom je nach Einstellung auf etwa den 1,2- bis 2fachen Nennstrom. Der Dauerkurzschlußstrom ist gleich dem eingestellten Grenzwert, wenn die Vorbelastung keinen wesentlichen Strom aufnimmt, also bei schwacher Last. Bei Vollast ist der Dauerkurzschlußstrom um den vektoriell abzuziehenden Laststrom kleiner, den die Vorbelastung im Kurzschluß aufnimmt. Er verhält sich also umgekehrt wie bei Generatoren ohne Regler. Der eingestellte Grenzwert gilt natürlich für den 1-, 2- und 3poligen Dauerkurzschlußstrom in gleicher Weise und läßt sich in Abb. 4 eintragen, wie es dort für eine Begrenzung des Maschinenstroms und damit des größtmöglichen Dauerkurzschlußstromes $I_{d_{max}}$ auf den 1,2- und den 2fachen Nennstrom geschehen ist. Die beiden gestrichelt eingezeichneten Kurven ergeben sich ganz einfach daraus, daß z. B. für $I_a/I_n = 3$, $I_d/I_a = 1{,}2/3$ bzw. 2/3 ist, usw.

In vermaschten Netzen erhält man den Dauerkurzschlußstrom an Hand der Abb. 4 aus den nach Abb. 3 b berechneten Stromanteilen der einzelnen Werke im Anfangskurzschluß und deren Nennstrom. Sind die Werke einigermaßen gleich belastet, so kann man den Dauerkurzschlußstrom mit ausreichender Genauigkeit nach Abb. 4 aus dem gesamten Anfangs-Kurzschlußwechselstrom und dem gesamten Nennstrom aller Werke entnehmen.



° R.E.H.-Werte

Abb. 4. Zusammenhang zwischen $\frac{\text{dreipoligem Dauerkurzschlußstrom } I_d}{\text{Anfangs-Kurzschlußwechselstrom } I_a}$ bzw. $\frac{\text{Ausschaltstrom } I_A}{\text{Anfangs-Kurzschlußwechselstrom } I_a}$ und $\frac{\text{Anfangs-Kurzschlußwechselstrom } I_a}{\text{Maschinennennstrom } I_n}$

Braucht man zur Untersuchung der Schutzverhältnisse den kleinsten Dauerkurzschlußstrom, so muß man erst den Anfangs-Kurzschlußwechselstrom für den kleinsten Maschineneinsatz, die schwächste Erregung und Vermaschung und dafür wieder nach Abb. 4 den Dauerkurzschlußstrom ermitteln.

[8]) Wie Fußnote 6. [9]) R.E.H. 1929, § 26.

Digitized by Google

Die Abklingzeitkonstanten des Gleich- und Wechselstromgliedes.

Zur Bestimmung des Kurzschlußstrom-Verlaufs gehört außer der Kenntnis des Stoß- und Dauerkurzschlußstromes die der Abklingzeitkonstanten. Der Augenblickswert des Kurzschlußstromes befolgt, falls keine Spannungsregelung eintritt, in guter Näherung die Gleichung

$$i = \sqrt{2}\left[(I_a - I_d)\,e^{-t/\tau_w}\sin(\omega t - \alpha) + I_a\,e^{-t/\tau_g}\sin\alpha\right. \quad \left.+ I_d\sin(\omega t - \alpha)\right]. \tag{2}$$

(Wechselstromglied; Gleichstromglied; Dauerkurzschlußstrom)

Der Effektivwert des Kurzschlußwechselstromes ist also

$$i_{eff} = (I_a - I_d)\,e^{-t/\tau_w} + I_d \tag{3}$$

mit

- τ_w Abklingzeitkonstante des Gleichstromgliedes in Sekunden,
- τ_g Abklingzeitkonstante des Gleichstromgliedes in Sekunden,
- t Zeit vom Kurzschlußeintritt ab in Sekunden,
- α zufälliger Phasenwinkel des Kurzschlußwechselstromes bei Kurzschlußeintritt (Abb. 1).

Das Abklingen des Wechselstromgliedes wird durch die Änderung des im wesentlichen am Läufer hängenden Luftspaltfeldes hervorgerufen und erfolgt bei dreipoligem Kurzschluß angenähert nach der Beziehung

$$\tau_w = \frac{X_n + X_s}{\dfrac{U}{\sqrt{3}\cdot I_n}} \cdot \frac{L_l}{R_l} \tag{4}$$

Das Ausgleichfeld des Gleichstromgliedes hängt im wesentlichen am Anker und der äußeren Kurzschlußbahn und verklingt angenähert mit

$$\tau_g = \frac{X_n + X_s}{\omega\,(R_n + R_a)}\,. \tag{5}$$

Hierin sind

- L_l Läuferinduktivität in Henry,
- R_l Läuferwiderstand in Ohm,
- R_a Ankerwiderstand in Ohm,
- R_n u. X_n aus $R_n + jX_n$ Scheinwiderstand der Kurzschlußbahn außerhalb der Generatorklemmen, in Abb. 2 gleich $|\mathfrak{Z}_t + \mathfrak{Z}_k|$.

Während die Gl. (5) für τ_g praktischen Berechnungen zugrunde gelegt werden kann, gilt dies nicht immer für Gl. (4). Bei Kurzschlüssen in der Nähe der Generatoren treten heftige Stoßströme auf, die durch Wirbelstromausbildung und -sättigung einen viel rascheren Abfall des Stromes nach Kurzschlußeintritt bewirken, als ihn Gl. (4) vorschreibt.

Wird bei Kurzschlüssen im Netz $X_n > X_s$, entsprechend $R_n > R_a$ und $X_n > \dfrac{U}{\sqrt{3}\,I_n}$, so wird

$$\tau_w = \frac{L_l}{R_l} \tag{4'},$$

$$\tau_g = \frac{X_n}{\omega\,R_n} \tag{5'}.$$

Zahlenmäßig beträgt die Abklingzeitkonstante des Gleichstromgliedes bei Klemmenkurzschluß[10]) etwa 0,1 bis 0,2 s, im Netz bis zu 0,05 s herab und weniger, je nachdem, wie groß der Widerstandsanteil der Netzimpedanz ist. Die Abklingzeitkonstante des Wechselstromgliedes beträgt bei Klemmenkurzschluß anfangs weniger als 0,5 s[11]) und im weiteren zeitlichen Verlauf bis zu 2 s; bei Kurzschlüssen im Netz ist sie wesentlich größer und beträgt bis über 5 s. τ_w und τ_g zeigen also ein umgekehrtes Verhalten. Besitzen die Generatoren Spannungsregelung, so ist die genaue Bestimmung der Abklingzeitkonstanten des Wechselstromgliedes von untergeordneter Bedeutung. Das Wechselstromglied verläuft dann im wesentlichen nach Maßgabe der Spannungsregelung, während das Gleichstromglied in rd. 3 Zeitkonstanten nach (5) bzw. (5') abklingt, da sich die Regelung in Zeiten unter 0,5 s nur wenig bemerkbar macht. Nach den Erfahrungen im BEWAG-Netz tritt der Dauerkurzschlußstrom bei Kurzschlüssen mit $I_a/I_n \approx 0{,}3$ bzw. 1 bzw. 3 in etwa 0,5 bzw. 2 bzw. 4 s ein; der Endzustand wird also bei schwereren Kurzschlüssen später erreicht.

Die Gl. (2) und (3) sehen verwickelt aus, sind aber im Gebrauch sehr einfach. Die Werte für I_a und I_d werden nach dem Vorhergehenden errechnet; ω ist bekannt; α ist an sich vom Zufall abhängig und ist für die Vorausberechnung des ungünstigsten Falles gleich 90° zu setzen; t wird für die Zeit, z. B. die Auslösezeit des Schalters gewählt, für die man den Stromwert bestimmen will; die in Gl. (4) und (5) eingehenden Widerstände sind zum Teil aus der vorhergehenden Kurzschlußstrom-Berechnung bekannt; lediglich L_l und R_l müssen vom Hersteller erfragt werden; L_l/R_l liegt in der Größe von etwa 5 s; die beiden e-Funktionen ergeben Zahlenwerte zwischen 0 und 1, die aus den bekannten[12]) Kurven- oder Zahlentafeln unmittelbar abzulesen sind.

Der Ausschaltstrom.

Aus den bisherigen Darlegungen lassen sich die einzelnen in die Gl. (2) und (3) eingehenden Größen und damit, für kleine Kurzschlußzeiten auch bei Spannungsregelung, der Kurzschlußstrom-Verlauf bestimmen. Ist die Zeit t vom Kurzschlußeintritt bis zur Kontakttrennung bekannt, so ergibt Gl. (3) den Ausschaltstrom I_A. Für seine Vorausberechnung zur Schalterbemessung ist t entsprechend den kürzestmöglichen Auslösezeiten der Schalter zu wählen. Die R.E.H. 1929 schlagen dafür in § 27 ¼ s vor. Aus mancherlei Gründen ist es heute zweckmäßig, dafür $^1/_{10}$ s einzusetzen. In Abb. 4 zeigen die Linien I_A/I_a*[13]), daß der Ausschaltstrom bei diesen Ausschaltzeiten erheblich über dem Dauerkurzschlußstrom liegt und sich, besonders bei kleineren Kurzschlußleistungen, nur wenig vom Anfangswert unterscheidet.

Der Ausschaltstrom ¼ s nach Kurzschlußeintritt wird im Gegensatz zum Dauerkurzschlußstrom noch nicht sonderlich von der Spannungsregelung und der Zahl der kurzgeschlossenen Phasen beeinflußt. Bei Klemmenkurzschluß, also I_a/I_n etwa $\geqq 4$, ist er nach den R.E.H. gleich dem 1,5fachen Dauerkurzschlußstrom, dessen dreipoliger Höchstwert den Kurven I_A/I_a in Abb. 4 zugrunde liegt. Diesen Ausschaltstrom kann bei Klemmenkurzschluß auch der zweipolige Dauerkurzschlußstrom erreichen. Daraus ergibt sich, daß das Verhältnis I_A/I_a für ¼ s bei der Schalterauslegung im großen und ganzen auch für sehr viel längere Auslösezeiten als ¼ s zugrunde gelegt werden muß.

Man kann für eine Ausschaltzeit von ¼ s bzw. $^1/_{10}$ s, solange die Kurzschlußleistung die doppelte bzw. die dreifache Maschinenleistung nicht übersteigt, bei der Schalterauslegung überhaupt auf die Bestimmung des Dauerkurzschlußstromes verzichten und den Ausschaltstrom gleich dem Anfangs-Kurzschlußwechselstrom setzen. Dagegen können Kraftwerks- und Generatorenschalter (I_A/I_n i. a. > 1), falls nicht andere Umstände dem im Wege stehen, dann mit besonderem Vorteil für den viel kleineren Dauerkurzschlußstrom ausgelegt werden, wenn ihre geringstmögliche Ausschaltzeit einige Sekunden beträgt und die Generatoren Strombegrenzungsregler besitzen.

Während man für die Schalterauslegung den größtmöglichen Ausschaltstrom zugrunde legen muß, interessiert bei der Störungsklärung und Vorausberechnung von Kurzschlußversuchen der genaue Wert des Ausschaltstromes. Er folgt aus den Gl. (2) und (3). Man kann sie in Annäherung auch bei Generatoren mit Spannungsreglern benutzen.

Genauigkeit der Kurzschlußberechnung.

Sieht man von den Fehlern ab, die durch Einsetzen falscher Netz- und Vorbelastungswiderstände in der Strombahn außerhalb der Generatoren entstehen und für die das Rechenverfahren eigentlich nicht verantwortlich ist.

[10]) ETZ 51 (1930) S. 929 und Arch. Elektrotechn. 24 (1930) S. 729.
[11]) R.E.H. 1929, Sonderdruck, S. 63.
[12]) z. B. „Hütte" Bd. I.
*[13]) Berechnet für 1/4 s aus $I_A = I_d(1 + 0{,}5/a^2)$ nach R.E.H. 1929, § 27 und ETZ 51 (1930) S. 1003 mit I_d aus der strichpunktierten Linie der Abb. 4, für 1/10 s nach Gl. (3) und (11).

Digitized by Google

so enthält dieses nur Fehler durch unrichtiges Erfassen der Maschineneigenschaften. Nach Versuchen weicht der rechnungsmäßige Stoßkurzschlußstrom bei Klemmenkurzschluß bis zu ± 30 % von dem gemessenen Wert ab. Darin sind auch die Schwankungen des Gleichstromgliedes enthalten. In überschläglicher Schätzung kann demnach der Anfangs-Kurzschlußwechselstrom bei Klemmenkurzschluß ($I_a/I_n \gtrless 4$) nur mit einer Genauigkeit von ± 20 % ermittelt werden. Dieser Fehler verringert sich rasch mit zunehmender Kurzschlußentfernung; bei $I_a/I_n \approx 2$ beträgt er nur noch bis zu ± 10 %.

Der nach Abb. 4 für den rechnungsmäßigen Anfangs-Kurzschlußwechselstrom ermittelte Dauerkurzschlußstrom enthält natürlich nicht diesen Fehler. Dagegen ist die Berechnung des Dauerkurzschlußstromes an und für sich ungenauer, da man die Maschineneigenschaften und den Einfluß der Vorbelastung, die beide hier stärker in Erscheinung treten, praktisch stets durch Mittelwerte berücksichtigen muß. Die Breite der Streubänder in Abb. 4 gibt einen Überblick über die mögliche Abweichung vom Mittelwert, die bis zu ± 33 % bei Klemmenkurzschluß und bis zu ± 15 % bei $I_n/I_a \approx 2$ betragen kann. Mit abnehmendem Verhältnis Kurzschlußleistung zu Maschinenleistung sinkt auch hier der Einfluß der Maschinen und damit der Fehler.

Zusammenfassung.

Will man den Kurzschlußstrom für eine bestimmte Netzstelle ausrechnen, so stellt man zunächst für den Störungsfall das Ersatzbild auf (wie in Abb. 3), in dem man die Betriebspannung des gestörten Netzes als treibende Spannung annimmt. Die Vorbelastung wird nicht berücksichtigt. Die Kraftquellen werden im Ersatzbild als Widerstände in Höhe ihrer für den Stoßkurzschluß wirksamen Streuung eingeführt. Aus der treibenden Spannung und dem resultierenden Scheinwiderstand im Ersatzbild folgt nach Gl. (1) der Anfangs-Kurzschlußwechselstrom. Die Stromverteilung im Ersatzbild liefert die Anteile der dem Kurzschluß benachbarten Schalter und der einzelnen Kraftquellen. Multipliziert man die Stromanteile der Schalter mit $1{,}8\sqrt{2}$, so erhält man ihre für diesen Kurzschluß größtmöglichen Einschaltströme.

Darauf bestimmt man das Verhältnis des Anteils des Anfangs-Kurzschlußwechselstromes zum Nennstrom jedes Generators oder jeder kurzgekuppelten Generatorgruppe. Für alle Verhältnisse liest man aus Abb. 4 nach den beschriebenen Anleitungen die Dauerkurzschlußstrom-Anteile der Maschinen ab, deren Summe den gesamten Dauerkurzschlußstrom liefert. Der Ausschaltstrom der Schalter liegt je nach Auslösezeit zwischen dem Anfangs- und dem Dauerkurzschlußstrom als Grenzwerten und läßt sich nach den in der Arbeit gegebenen Anleitungen, insbesondere der Gl. (3), ermitteln. Für die Schalterauslegung ist er bis auf einen beschriebenen Ausnahmefall (Generatorenschalter) gleich dem Anfangs-Kurzschlußwechselstrom zu setzen.

Führt man die Kurzschlußberechnung in der hier vorgeschlagenen Weise durch, so ist die Rechenarbeit stark eingeschränkt, ohne gegenüber den bekannten Verfahren nennenswert an Genauigkeit einzubüßen.

Technische Probleme der großstädtischen Verkehrsbedienung.

Von Dr.-Ing. **Fritz Lehner**, Leipzig.

***Übersicht**).* Im Rahmen dieser Arbeit wird auf den Fragenkreis der öffentlichen Verkehrsbedienung durch Straßenbahn, Autobus und Schnellbahn eingegangen, und zwar auf die verkehrs- und betriebstechnischen sowie die technisch-wirtschaftlichen Aufgaben dieser Verkehrsmittel.

A. Verkehrs- und betriebstechnische Aufgaben der Verkehrsgestaltung.

Das Aufgabengebiet umfaßt alle Fragen, die sich auf das Kraftübertragungsproblem, das Geschwindigkeitsproblem, die Leistungsfähigkeit der Verkehrsmittel, die Sicherheit der Beförderung und endlich auf die Betriebsbereitschaft beziehen.

Das Kraftübertragungsproblem.

Die Eigenart der Zugförderung verlangt, daß die in der Antriebsmaschine am Rad zur Verfügung stehende Leistung in den verschiedensten Kombinationen zwischen Zugkraft und Geschwindigkeit abgegeben werden kann, die Zugkraft-Drehzahl-Kurve also von Hause aus oder durch einfache Hilfsmittel hyperbelartigen Verlauf besitzt. Dampfmaschine und Elektro-Hauptstrommotor erfüllen diese Anforderungen am besten, während die Verbrennungsmotoren, bei denen das Drehmoment bei verschiedenen Geschwindigkeiten konstant bleibt, besonderer Hilfseinrichtungen bedürfen (Abb. 1). Auch fehlt bei diesen ein Energiespeicher für kurzzeitige Überlastungen (Anfahren), wie er bei der Dampfmaschine im Kessel, beim Elektromotor in der Maschinenleistung des Kraftwerks liegt.

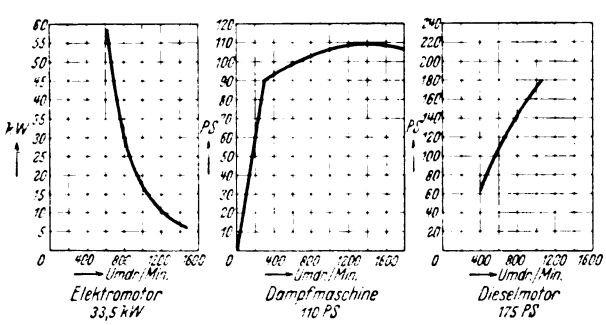


Abb. 1. Leistungskennlinien für Elektro-, Dampf- und Dieselantrieb.

Die in jeder Hinsicht ungünstige Arbeits-Charakteristik der Verbrennungsmaschine bringt es mit sich, daß bei dieser das Kraftübertragungsproblem, also die Erzielung einer den Anforderungen des Zugbetriebes entsprechenden Zugkraft-Geschwindigkeitskurve bei voller Ausnutzung der Maschinenleistung mit an erster Stelle steht.

Die älteste Übertragungsform ist die mechanische mittels Zahnradgetrieben. Ihre Nachteile: unsteter Verlauf des Drehmoments, Arbeitsverluste, Zeitverluste beim Durchschalten, starke Beanspruchung von Motor, Fahrzeug und Führer, geringe Lebensdauer und hohe Unterhaltungskosten, treten bei kleineren Leistungen (bis zu 120 PS) mehr oder weniger stark zugunsten der Vorteile: billige Anlagekosten, geringes Gewicht und Einfachheit in technischer Hinsicht, zurück. Das Bestreben, die Kraftübertragung zwischen Motor und Triebrad nachgiebig und stetig zu gestalten, führte zur Entwicklung von Druckluftübertragungen und von Flüssigkeitsgetrieben, die aber beide wegen ihrer schlechten Wirkungsgrade bisher keine größere Bedeutung erlangen konnten. Erst neuerdings sind Verbindungen von Flüssigkeits-Drehmomentwandlern und -Kupplungen gebaut worden, die mehr Aussicht auf Erfolg zu haben scheinen.

Für mittlere und große Leistungen hat in der letzten Zeit die elektrische Übertragungsart immer mehr an Bedeutung gewonnen. Da im Interesse einer wirtschaftlichen Arbeitsweise Leistung und Drehzahl des Verbrennungsmotors möglichst konstant gehalten werden sollen und von den Triebmotoren, wie bereits erläutert, eine hyperbolische Z-v-Kurve gefordert wird, muß auch die auf den Strom bezogene Spannungskennlinie des Generators im Idealfall eine Hyperbel sein.

Wenngleich die doppelte Energieumformung an sich ein grundsätzlicher Nachteil ist, so sind doch anderseits die elektrischen Vorgänge leicht zu beherrschen und die elektrischen Apparate und Motoren in jahrzehntelangem Betrieb eingehend erprobt. Wie bei keiner anderen Übertragungsart kann die Höchstleistung des Verbrennungsmotors dauernd voll ausgenutzt und den Rädern in einer Form zugeführt werden, die der Fahrbetrieb erfordert (vgl. auch Freizügigkeit der räumlichen Anordnung).

*) Nach einem Vortrag, gehalten am 27. XI. 1934 im Elektrotechnischen Verein Berlin. Besprechung auf S. 687 dieses Heftes.

Digitized by Google

Die Dampfmaschine entspricht wegen ihrer ausgezeichneten Regelbarkeit den Erfordernissen der Zugförderung besonders gut. Dazu kommt noch, daß sie wie der Elektromotor eine erhebliche Überlastbarkeit aufweist und ein vollkommen stoßfreies, elastisches Anfahren ermöglicht. Es kann daher nicht verwundern, daß sie neuerdings wieder zum Antrieb neuzeitlicher Fahrzeuge, selbstverständlich unter Ausnutzung aller Fortschritte der Dampftechnik (hochgespannter, überhitzter Dampf, rauchlose Feuerung) herangeholt wurde.

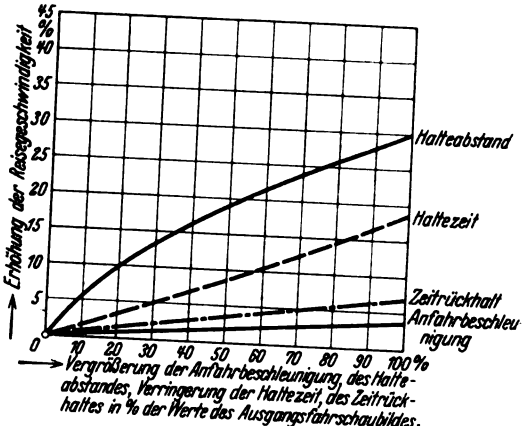
Das Geschwindigkeitsproblem.

Mit der räumlichen Ausdehnung der Siedlungsgebiete und der gewaltigen Steigerung der Verkehrsansprüche wächst in gleichem Maße das Bedürfnis nach schneller Beförderung. Die Erhöhung der Geschwindigkeit, zugleich als wirksamstes Mittel zur Verkehrswerbung und — innerhalb gewisser Grenzen — auch zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, zählt daher gerade bei der großstädtischen Verkehrsbedienung zu den ersten Aufgaben. Die notwendigen Maßnahmen erstrecken sich teils auf die Arbeits- und Bewegungsverhältnisse (Halteabstand usw.), teils auf die technische Auslegung der Fahrzeuge (Motorleistung, Zugschaltungen) und der Fahrbahnen (eigener Bahnkörper usw.).

Unter sonst gleichen Verhältnissen stellt die Erweiterung des Halteabstandes die wirksamste und zugleich wirtschaftlichste Maßnahme zur Erhöhung der Reisegeschwindigkeit dar (Abb. 2). Sie müßte also angestrebt werden, zumal auch die im Interesse der Fahrgäste günstigsten Halteabstände (geringster Zeitaufwand zur Erreichung eines Zieles) bedeutend über den heute vorhandenen Werten liegen[1]). (In Berlin 540 m statt 350 m.)

Auch die Beschleunigung der Abfertigung an den Haltestellen bringt eine fühlbare Geschwindigkeitserhöhung (Abb. 2). Ausschlaggebend ist weiterhin auch die Wagenbauform. Da die Ein- und Ausstiegzeiten stark von der Stufenzahl abhängen, ist eine möglichst geringe Fußbodenhöhe erstrebenswert.

Der Zeitrückhalt (Fahrzeitreserve) wird bei Straßenbahnen meist mit 8 bis 10 % der reinen Fahrzeit festgelegt. Im Interesse der Verkehrsbeschleunigung ist in Städten wie Berlin eine Herabsetzung auf 5 % ohne weiteres zulässig.



Halteabstand	300 m	Anfahrbeschleunigung	0,45 m/s²
Zuggewicht	35 t	Bremsverzögerung . .	0,8 „
Leistung	2 · 33 kW	Haltezeit	12 s
Bewegungswiderstand	10 kg/t	Zeitrückhalt	5 %

Abb. 2. Erhöhung der Reisegeschwindigkeit durch verschiedene Maßnahmen.

Der Mensch ist in der Lage, sehr hohe Beschleunigungen zu ertragen, wenn die zeitlichen Geschwindigkeitsänderungen innerhalb gewisser Grenzen bleiben, auf keinen Fall aber unstetig verlaufen. Die Höhe der Anfahrbeschleunigung[2]) ist daher bei den von Hand zu betätigenden Schaltungen mit geringer Stufenzahl (meist 9 bis 11) begrenzt. Bei Schnellbahnen und neuerdings auch bei Straßenbahnen werden deshalb vielstufige Steuerungen für selbsttätiges, vom Fahrer unabhängiges Anfahren verwandt, die eine stoßfreie und rasche Beschleunigung ohne Überschreiten der Reibungsgrenze ermöglichen. So bringt z. B. die Erhöhung der Stufenzahl von 9 auf 18 eine Steigerung der Anfahrbeschleunigung um rd. 20 %. Bei sehr hohen Stufenzahlen wird der Gewinn aber immer geringer (bei 125 Stufen gegenüber 25 nur noch 5½ %). Die Steuerungen mit besonders hohen Stufenzahlen[3]) dürften daher in Zukunft nur wenig Bedeutung erlangen.

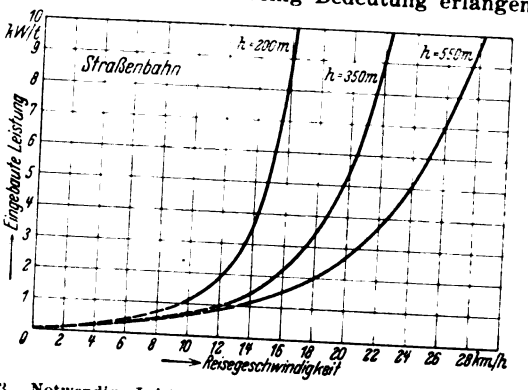


Abb. 3. Notwendige Leistung, abhängig von der Reisegeschwindigkeit bei verschiedenen Halteabständen h.

Bisher war angenommen worden, daß bei allen Maßnahmen zur Geschwindigkeitserhöhung die Mehrbeanspruchung der Motoren innerhalb zulässiger Grenzen bleibt. Trifft dies nicht mehr zu, so muß eine Erhöhung der Motorleistung vorgenommen werden (Abb. 3). Bei Schienenfahrzeugen ist die Größe der Tatzlagermotoren durch Raddurchmesser, Fußbodenhöhe, Abstand von S.O. usw. begrenzt.

Zugschaltungen. — Beim Betrieb mit Beiwagen ist die ausnutzbare Leistung je Tonne Zuggewicht durch das Reibungsgewicht des Triebwagens gegeben. Eine Steigerung darüber hinaus ist nur dann möglich, wenn die Beiwagen durch Triebwagen ersetzt werden. Zur Steuerung solcher Triebwagenzüge ist eine Reihe von Schaltungen durchgebildet und im praktischen Betrieb erprobt worden.

Bei der reinen Starkstromschaltung, die mit Rücksicht auf die Größe der Fahrschalter auf Zweiwagenzüge beschränkt ist, wird der Fahrstrom durch den Fahrschalter des führenden Wagens geschaltet (Berliner Hochbahn 1902). Zur Steuerung längerer Züge wurde später die Schützsteuerung verwendet. Bei dieser wird im führenden Wagen nur der Steuerstrom (von Hand oder selbsttätig) geschaltet, der dann die entsprechenden Schütze in den Starkstromkreisen der folgenden Wagen steuert.

Bei der selbsttätigen elektrischen Schützsteuerung (Kleinprofillinien der Berliner U-Bahn) wird die Steuerwalze des führenden Wagens durch einen vom Stromwächter beeinflußten Schaltmotor jeweils der Fahrkurbel nachgedreht. Wie bei der handbedienten Schützsteuerung erfolgt dann jeder Schaltvorgang gleichzeitig in allen Wagen. Trotz mancher Nachteile (große Abmessungen der Kupplungen, hohe Unterhaltungskosten, hohe Belastungsspitzen) wurde sie des öfteren angewendet, weil bei Schäden in einfacher Weise auf Handbetrieb umgestellt werden kann.

Bei den Schaltwerksteuerungen wird durch Drücken eines Knopfes im führenden Wagen in jedem Wagen eine Schaltwalze freigegeben, die sich dann nach Maßgabe der eigenen Stromaufnahme bis zur eingestellten Dauerstufe selbsttätig weiterschaltet.

Grundsätzlich können die besprochenen Steuerungssysteme auch für Straßenbahnen verwandt werden. Man sieht heute Drei- und Vierwagenzüge (zwei Triebwagen und ein oder zwei Anhänger), mit Rücksicht auf den übrigen Straßenverkehr als für alle Verkehrsbedürfnisse ausreichend an. Neben einer Erhöhung der Reisegeschwindigkeit bietet der Triebwagenzug den wesentlichen Vorteil der Freibeweglichkeit jedes Wagens (vgl. Zugteilung an Streckengabelungen).

Besondere betriebstechnische Maßnahmen. — Im Straßenbahnbetrieb hat der Übergang zum eigenen Bahnkörper neben einer Verringerung der Gefahrmomente eine nicht unbeträchtliche Erhöhung der Reisegeschwindigkeit gebracht (bis 13 %). Auch Doppel-

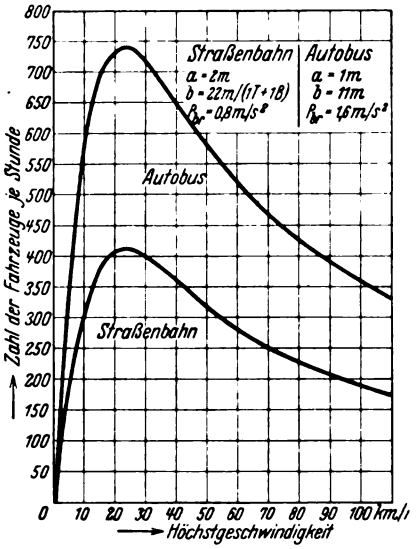
[1]) Vgl. F. Lehner: Arch. Eisenbahnwes. (1932) S. 891.

[2]) Mittlere Anfahrbeschleunigung: Schnellbahn 0,8 bis 1,0 m/s²; Straßenbahn 0,6 bis 0,8 m/s²; Autobus Anfangsbeschleunigung 0,6 bis 0,8 m/s².

[3]) Vgl. W. Mattersdorf, Verkehrstechn. (1934) S. 492; ETZ (1935) S. 434, 436.

Digitized by Google

haltestellen, an denen immer zwei Züge gleichzeitig abgefertigt werden, führen besonders an Haltepunkten vor Querstraßen mit selbsttätiger Verkehrsregelung zu fühlbaren Zeitersparnissen (etwa 4 %). Bei Schnellbahnen ist zur Erreichung einer beschleunigten Verkehrsabwicklung auch auf die bauliche Ausbildung der Zugangs- und Umsteigemöglichkeiten besonderes Augenmerk zu richten.



a Sicherheitsabstand für stehende Fahrzeuge
b Wagen- oder Zuglänge
P_{br} Bremsverzögerung

Abb. 4. Leistungsfähigkeit, abhängig von der Höchstgeschwindigkeit.

Von großem Einfluß auf die erzielbare Reisegeschwindigkeit sind weiter auch die städtebauliche Aufteilung des Verkehrsraumes, die Leistungsfähigkeit und Belastung der durchfahrenen Straßen und die Größe und Häufigkeit des störenden Querverkehrs. Da in der Innenstadt die meisten Drosselstellen liegen — in Berlin z. B. ist die mittlere Reisegeschwindigkeit im Zentrum um rd. 33 % niedriger als in etwa 6 km Entfernung von der Stadtmitte — muß gerade hier der Hebel wirksam angesetzt werden. Als Drosselstellen sind in erster Linie die Stellen mit selbsttätiger Lichtregelung zu nennen.

In der Innenstadt sind auch alle Weichenanlagen als Drosselstellen anzusprechen. Gegenüber dem Stellen von Hand wird bei elektrischen Weichen die Räumungszeit einer Abzweigung um etwa 40 %, die Fahrzeit je Halteabstand (350 m) und Weiche um etwa 20 % verkürzt.

Leistungsfähigkeit der Verkehrsmittel.

In engster Verbindung mit dem Geschwindigkeitsproblem stehen die Fragen nach der Leistungsfähigkeit der Verkehrsmittel. Wie Abb. 4 zeigt, kann durch Steigerung der Höchstgeschwindigkeit über 23 km/h hinaus die Höchstleistung einer Fahrspur nicht mehr gesteigert werden[4]). Die theoretischen Höchstwerte liegen bei der Straßenbahn (1 T + 1 B) bei etwa 55 000 Pers./h und Spur, beim Autobus bei etwa 50 000 Pers./h und Spur. Im linienmäßigen Betrieb, also unter Berücksichtigung des Halteabstandes und der Haltezeit, gelangt man zu wesentlich geringeren Leistungsfähigkeiten. Man kann annehmen:

Straßenbahn (1 T + 1 B)	16 000 bis 18 000	Pers./h und Spur
Autobus	12 000	„ „ „
Schnellbahn	35 000 bis 60 000	„ „ „

Im Schnellbahnbetrieb kann mit einem kleinsten Zugabstand von etwa 90 s gerechnet werden. Bei Bahnhöfen mit langen Aufenthaltszeiten, durch die die Zugwechselzeit stark beeinflußt wird, ist die Anlage doppelter Bahnsteige für jede Richtung oder der Einbau von Nachrücksignalen in den Innenraum zwischen Einfahrsignal und Bahnsteig zu empfehlen. Das Bestreben, im dichten Verkehr alle unnötigen Verzögerungen zu vermeiden, führte zur Entwicklung eines Zugbeeinflussungssystems mit linienförmiger Wirkung[5]) (Versuche U-Bahn Berlin) und zur Anwendung von selbsttätigen, von den Zügen gesteuerten Weichenanlagen an Streckengabelungen (Wiener Stadtbahn).

Das Fassungsvermögen der Fahrzeuge ist in starkem Maße von der Leistungsfähigkeit des Schaffners und damit auch von der Tarifform abhängig. Großraumwagen, wie sie vielfach zur Aufnahme des Stoßverkehrs gebaut wurden, haben nirgends zu günstigen Ergebnissen geführt. Die Frage Eindecker oder Doppeldecker ist jeweils nur auf Grund der verkehrlichen und betrieblichen Eigenschaften der Verkehrslinien zu beantworten. Neben der Leistungsfähigkeit ist bei den Oberflächenverkehrsmitteln auch die Inanspruchnahme der Straßenfläche von Bedeutung.

Sicherheit der Beförderung.

Das ständig wachsende Tempo der Verkehrsabwicklung, die gesteigerten Verkehrslasten und die immer dichtere Besetzung der Verkehrswege haben im Laufe der Jahre auch die Anforderungen an die Betriebssicherheit ganz gewaltig gesteigert. Ihre Höhe ist bei allen Fahrzeugen vorwiegend von der Güte der Bremsen abhängig. Die Bremseinrichtungen sind daher in erster Linie nach dem Grade ihrer Wirksamkeit und Zuverlässigkeit zu beurteilen, während die Frage nach der Wirtschaftlichkeit erst an zweiter Stelle steht.

Wenn von elektromagnetischen Zusatzbremsen zunächst abgesehen wird, ist die Wirksamkeit der Bremsen durch Schienenzustand und Achsbelastung begrenzt. Gerade bei den öffentlichen Verkehrsmitteln, bei denen das Verhältnis Leergewicht zu Besetztgewicht in weiten Grenzen schwankt (Straßenbahn 1 bis 1,5, Omnibus 1 bis 1,7), ist daher bei allen Bremsarten mit konstant eingestellter Bremswirkung die größtmögliche Bremsverzögerung nur bei gewissen mittleren Verhältnissen zu erreichen. Hier bietet die elektrische Kurzschlußbremse nicht allein den Vorteil einer äußerst einfachen und sicheren Einstellbarkeit, sondern bewirkt auch bei zu starker Betätigung eine selbsttätige Anpassung an die Achsbelastung und den Reibungszustand der Schiene. Ihre Betriebssicherheit steht dabei außer jedem Zweifel, wenn man bedenkt, daß auf Grund der BVG-Statistik auf 1,7 Mill Triebwagen-km, eine Strecke, die von einem Wagen in 28 Jahren zurückgelegt wird, ein eigentlicher Bremsschaden entfällt.

Die ursprünglich viel verwandte Parallelschaltung der Motoren mußte mit dem Aufkommen der gegen Stromungleichheiten sehr empfindlichen Wendepolmotoren bald wieder verlassen werden. Heute arbeiten fast alle Bahnen mit Kreuzschaltung, die unter allen Betriebsbedingungen selbsttätig auf gleiche Belastung der Motoren regelt. Mit Rücksicht auf die Betriebsbereitschaft beim Ausfall eines Motorankers oder -feldes werden die Felder durch einen Ausgleichswiderstand verbunden. Neuerdings ist man auch dazu übergegangen, getrennte Stromkreise und Bremswiderstände für jeden Motor anzuwenden (Nürnberg).

Auch bei viermotorigen Ausrüstungen wird heute fast ausschließlich die Kreuzschaltung verwandt. Zwei Motoren liegen dabei je nach der Auslegung für die volle oder halbe Fahrdrahtspannung dauernd parallel oder in Reihe. Bei der Reihenschaltung der Motoren ergeben sich aber nur dann einigermaßen befriedigende Ergebnisse, wenn man genügend weit von der Adhäsionsgrenze entfernt bleibt. (Ungleiche Drehgestellbelastung bei scharfer Bremsung!)

Wie beim Anfahren ist auch beim Bremsen eine möglichst stoßfreie, konstante Bremskraft am einfachsten durch eine große Stufenzahl zu erreichen. Die Verteuerung der Ausrüstung und die Raumfrage setzen hier aber meist eine Grenze. Anderseits kommen selbsttätige Bremseinrichtungen wohl kaum in Frage, weil die Bremsung voll und ganz in der Hand des Führers bleiben muß und die Einfügung besonderer Schaltmittel nur Gefahrenmomente in die Schaltung hineintragen würde. Auch sind alle Betätigungselemente, die Oberleitungsstrom zur Steuerung benötigen, unbedingt zu verwerfen, weil dadurch die Kurzschlußbremse versagen muß, wenn die Rolle abspringt, der Wagen entgleist oder der Strom ausbleibt.

Zur Erhöhung der mittleren Bremsverzögerung wird von einer Lieferfirma eine eigen- oder fremderregte Nebenschlußmaschine (Dämpfungsmaschine) parallel zum Feld des bremsenden Motors geschaltet und so gewissermaßen ein veränderlicher, sich selbst regelnder Nebenschluß ge-

[4]) F. Lehner, Arch. Eisenbahnwes. (1932) S. 1374.
[5]) Vgl. H. Arndt, Siemens-Z. 8 (1928) H. 9 u. f.

Digitized by Google

schaffen, durch den die Zacken der Verzögerungskurve abgeflacht und abgerundet werden.

Maßnahmen zur Verbesserung der Reibungsverhältnisse. — Eine Verbesserung der Reibungsverhältnisse kann durch Sandung und beim Kraftwagen auch durch zweckmäßige Profilierung der Reifen erzielt werden.

Zur Erhöhung der Bremswirkung, unabhängig von der Haftreibung zwischen Rad und Schiene, ist der Einbau magnetischer Zusatzbremsen (Schienenbremsen) erforderlich. Ihre Wirkung und Zuverlässigkeit wurden in den letzten Jahren durch verschiedene Maßnahmen fühlbar verbessert: Profilierung der Schleifschuhe, Wahl geeigneten Materials, Verbesserung der Isolation, Schutz gegen Witterungseinflüsse, Vermeidung starrer Querverbindungen zwischen den Bremsen, Verringerung der Spulenselbstinduktion zur Abkürzung der Ansprechzeit (0,5 s), Übersättigung der Magnete zur Abschwächung der Wirkung der im Schienenkopf entstehenden Wirbelströme u. a.m.

Wie die Reichsbahnversuche in Grunewald ergaben, liegt der Haftreibungswert zwischen Rad und Schiene unabhängig von der Achsbelastung und der Geschwindigkeit bei trockenen Schienen in einem Streuband von 0,18 bis 0,25, bei schlüpfrigen von 0,1 bis 0,15 und bei gesandeten Schienen in einem solchen von 0,3 bis 0,38.

Im Kraftwagenbetrieb kann nach Schenk bei trockenen Fahrbahnen mit einer Haftreibung von mehr als 0,45 gerechnet werden. Bei nassen und schlüpfrigen Fahrbahnen liegen die Reibungswerte aber bedeutend niedriger als bei der Schiene.

Bei der elektrischen Kurzschlußbremse werden infolge der selbsttätigen Anpassungsfähigkeit an Schienenzustand und Achsbelastung durchweg höhere Verzögerungswerte als bei der Luft- oder Handbremse erzielt. Auch ist die Streuung mit ± 8 bis 10 % bei den erzielbaren Werten einer Bremsreihe besonders gering.

Betriebsbereitschaft.

Im Verkehrsbetrieb sind neben der Sicherheit Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit oberstes Gesetz. Den Betriebsstörungen und ihrer Beseitigung wurde daher seit jeher die größte Aufmerksamkeit geschenkt. In engster Zusammenarbeit zwischen Kopf- und Handarbeiter ist hier im Laufe der Jahre eine Fülle tiefgründiger, mühseliger Kleinarbeit geleistet worden, deren Erfolg ein erheblicher Rückgang an Störungen war.

B. Technisch-wirtschaftliche Aufgaben der Verkehrsbedienung.

Unter den gegenwärtigen Verhältnissen kann der große Verkehrsschwund, den der Wirtschaftsverfall und der Wettbewerb der individuellen Verkehrsmittel verursachten, nur dann aufgeholt, nur dann ausgeglichen werden, wenn die Beförderung zu billigsten Preisen erfolgen kann. Dies setzt eine weitgehende Senkung der Betriebskosten (Abb. 5) voraus. Die notwendigen Maßnahmen erstrecken sich in erster Linie auf die konstruktive Durchbildung der Betriebsmittel, ihre Unterhaltungswirtschaft und die Gestaltung der Betriebsabwicklung.

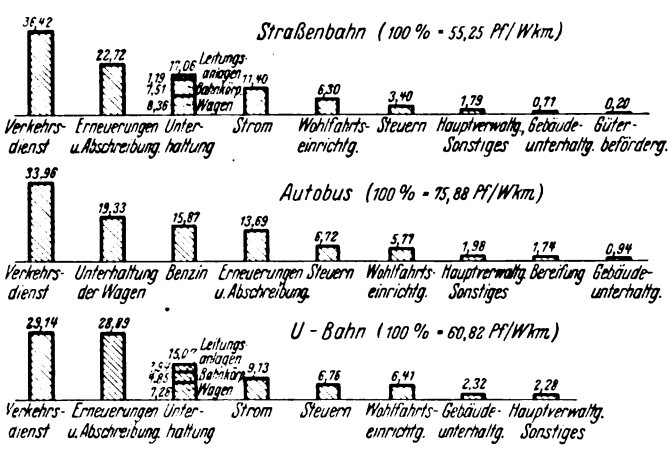


Abb. 5. Prozentuale Aufteilung der Betriebskosten einschl. Erneuerungen und Abschreibungen in Berlin.

Konstruktive Maßnahmen. — Der Übergang von der Holz- zur Metallbauweise führte zu einer Verringerung der Unterhaltungskosten und einer Vergrößerung der Lebensdauer. Die Lebensdauer der Autobusaufbauten konnte bei Ausführung in Stahl von 5 auf 8 bis 10 Jahre erhöht werden.

Bei den Schienenfahrzeugen ist mit Rücksicht auf Gleisbeanspruchung, Stromverbrauch, Materialersparnis, Verkehrsbeschleunigung usw. eine Herabsetzung der Wagengewichte[6]), besonders ihres ungefederten Anteils, von dem Fahreigenschaften und Unterhaltungskosten wesentlich abhängen, unbedingt erforderlich. Daneben ist der guten und richtigen Abfederung der einzelnen Massen gegeneinander besonderes Augenmerk zu schenken. Der Kardanantrieb, bei dem der Motor vollkommen abgefedert ist, wurde aus bekannten Gründen meist wieder verlassen.

Die Lebensdauer der Gleise hängt wesentlich von der Güte des Materials und der Höhe der Belastung ab. Im allgemeinen wächst die Beanspruchung etwa quadratisch mit der Geschwindigkeit und linear mit der Wucht der von den ungefederten Massen herrührenden Stöße. Die Liegedauer der Straßenbahngleise beträgt im Mittel etwa 16 Jahre in der Geraden und 6 bis 7 Jahre in der Krümmung. Eine Erhöhung ist im Hinblick auf den anteiligen Wert der Anlagen unbedingt erstrebenswert.

Neuerdings werden zur Herabsetzung der Stoßbeanspruchung von Schiene und Fahrzeug und zur Verringerung der Geräusche gummigepolsterte Räder verwandt. Eingehende Messungen in Frankfurt a. M. zeigten, daß durch den Gummi besonders die kurzperiodischen Schwingungen absorbiert werden. Wie bei der Peckham-Aufhängung wird aber das Fräsen zwischen Spurkranz und Schiene beim Einfahren in Krümmungen nicht verhindert. Dies kann nur durch Lenkachsen geschehen.

Stromrückgewinnung. — Das Bestreben, die Stromkosten weiter zu senken, hat gerade in der letzten Zeit dem Stromrückgewinnungsproblem wieder einen neuen Antrieb gegeben. Grundsätzlich lassen sich alle Nutzbremsschaltungen in zwei Hauptgruppen einteilen. Bei der ersten Gruppe wird der Hauptstrommotor beibehalten, bei der zweiten werden Nebenschluß- oder Kompoundmotoren verwendet.

a) Schaltung mit Hauptstrommotoren. Bei der AEG-Welsch-Schaltung[7]) wird die Felderzeugung durch die konstante Fahrdrahtspannung stabilisiert. Die beiden Motoren arbeiten zunächst in Kurzschlußschaltung auf zwei getrennte Bremskreise. Ihre Anker sind in bezug auf das Netz in Reihe geschaltet und werden bei richtiger Polarität, sobald die Ankerspannung über die Netzspannung steigt, durch den Rückgewinnungsautomaten an das Netz geschaltet. Im Vergleich zu anderen Systemen ist die zusätzliche Ausrüstung der Wagen und daher der Kostenaufwand nur gering. Bei Haltebremsungen in der Ebene dürfte der Rückgewinn bei 1 T + 1 B knapp 10 % erreichen.

Die Felderzeugung kann auch durch besondere Erregermaschinen stabilisiert werden. Bei einer neueren Schaltung[8]) ist die Erregermaschine durch eine Batterie ersetzt. Man gelangt zu besonders einfachen Ausrüstungen, wenn auch während der Widerstandsbremsung die Batterie zur Erregung der Motoren verwendet wird, weil dadurch das Umpolen der Felder entfällt. Die Motoren arbeiten zunächst in Widerstandsbremsung auf einen Widerstand, werden aber bei genügend hoher Geschwindigkeit vollkommen stoßfrei auf das Netz umgeschaltet.

b) Schaltungen mit Nebenschluß- oder Kompoundmotoren. Schwend hatte bereits im Jahre 1925/26 Kompoundmotoren in dauernder Reihenschaltung zur Stromrückgewinnung verwandt und gute Erfolge erzielt. In der neueren Schaltung[9]) liegen die Kompoundmotoren jedoch nur während der Nutzbremsung in Reihe. Bei der eigentlichen Kurzschlußbremsung auf den Bremsstufen 4 bis 10 sind zwei völlig getrennte Stromkreise vorhanden. Der Stromrückgewinn beträgt in Nürnberg bei 1 T + 1 B rd. 25 %.

Die Kostensenkung, die durch die Stromrückgewinnung erzielt werden kann, ist je nach der Schaltanordnung, den Betriebsbedingungen und den Strompreisen verschieden. Unter sonst gleichen Verhältnissen sinkt der Rückgewinn mit zunehmendem Halteabstand und steigt mit zu-

[6]) Mittlere Leergewichte von 50 in der letzten Zeit gebauten Straßenbahnwagentypen: Triebwagen 271 kg, Anhänger 162 kg/Fahrgast. Autobus Berlin 125 kg/Fahrgast.

[7]) Vgl. L. Monath, ETZ 55 (1934) S. 671.

[8]) K. Töfflinger, ETZ 55 (1934) S. 877.

[9]) ETZ 55 (1934) S. 717.

Digitized by Google

nehmender Geschwindigkeit. Bei Fahrten mit Auslauf ist er naturgemäß geringer als bei Fahrten ohne Auslauf. Bei Strompreisen unter 5 Pf/kWh dürfte der Kapitaldienst für die erhöhten Anlagekosten kaum herauszuwirtschaften sein. Zu beachten ist auch, daß der prozentuale Rückgewinn nicht die gleiche prozentuale Senkung der Stromkosten bedingt, wenn diese aus einer festen, von der installierten Leistung abhängigen Grundgebühr und einer Arbeitsgebühr errechnet werden. Die Stromrückgewinnung wirkt sich in diesem Falle erst dann stärker aus, wenn mit zunehmendem Verkehr eine Erweiterung der Anlagen hinausgeschoben werden kann. Nach alledem wird es notwendig sein, von Fall zu Fall den Nachweis der Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung der besonderen örtlichen Verhältnisse durchzuführen, um vor Überraschungen verschont zu bleiben.

Beim Autobus kann der Triebstoffverbrauch durch dauernde Überwachung, Verwendung geeigneter Vergaser usw. herabgesetzt werden. Neuerdings ist auch durch Anwendung des Freilaufs (z. B. in Form des Klemmrollengesperres) neben der Erleichterung beim Schalten eine beachtliche Brennstoffersparnis — im Stadtverkehr bis zu 8 % — erzielt worden. Beim Dieselmotor liegt der Verbrauch im Stadtbetrieb mengenmäßig etwa 30 % niedriger als beim Benzinmotor. Auch kann infolge der günstigeren Charakteristik (mit steigender Motornennleistung geringerer Teillastverbrauch) die Erhöhung der Reisegeschwindigkeit durch Steigerung der Motorleistung wirtschaftlicher gestaltet werden.

Unterhaltungswirtschaft. — Die Ausgaben für die Wagenunterhaltung hängen wesentlich von der Höhe der Betriebsbeanspruchung, der Lebensdauer der dem Verschleiß unterworfenen Teile und der Sorgfalt der Wagenunterhaltung ab.

Die Frage der Kostenverminderung ist vorwiegend eine Werkstoff-Frage. Man ist bestrebt, alle Teile, die großer Wartung bedürfen und schnell verschleißen, durch verschleißfestere und in der Wartung anspruchslosere zu ersetzen. Daneben spielen konstruktive Maßnahmen eine ausschlaggebende Rolle.

Die Unterhaltung des Wagenparks wird in üblicher Weise so durchgeführt, daß nach bestimmten Laufleistungen Zwischendurchsichten, kleine und große Untersuchungen auf den Betriebsbahnhöfen und Überholungen in den Werkstätten vorgenommen werden. Theoretisch ergibt sich für jede Wagenbauform ein bestimmter günstiger Zeitabschnitt, der auf die Lebensdauer wichtiger Teile abgestimmt sein muß und so zu wählen ist, daß möglichst wenig Arbeiten in wirtschaftlicher Hinsicht zu spät, andere zu früh erfolgen.

Betriebsmaßnahmen. — Von den zahlreichen Betriebsmaßnahmen zur Senkung der Kosten sollen nur einige wichtige erwähnt werden. Die Steigerung der Reisegeschwindigkeit stellt die wirksamste Maßnahme zur Senkung der Verkehrsdienstkosten[10]) dar. Außerdem führt auch der Beiwagenbetrieb zu einer Verringerung der je Wagen-km aufzuwendenden Personalkosten.

In den meisten Betrieben sind auch heute noch beträchtliche Stromersparnisse[11]) zu erzielen durch Einführung einer wirtschaftlichen, auf den Erkenntnissen der Bewegungs- und Arbeitsverhältnisse aufgebauten Fahrweise, die Gegenstand einer planmäßigen Schulung sein müßte.

Eine Betriebsmaßnahme, die sich bei der U-Bahn Berlin als wirtschaftlich erwiesen hat, ist auch die Kupplung der Speisebezirke. Sie erfolgt selbsttätig durch Schütze, wenn sämtliche Gleise Spannung führen und die speisenden Unterwerke über Zustimmungsrelais ihre Zustimmung erteilt haben. Bei Überstrom wird die Kupplung selbsttätig gelöst.

Geltungsbereiche der verschiedenen Verkehrsmittel. — Die unterschiedliche Höhe der Betriebskosten und die Eigenheiten in verkehrlicher und betrieblicher Hinsicht weisen den verschiedenen Verkehrsmitteln auch ganz bestimmte Geltungsbereiche zu. Es liegt in der Natur der Verkehrsbedienung und der Vielgestaltigkeit der Umstände, die zusammenwirken, daß scharfe Grenzen kaum gezogen werden können.

[10]) Die Verkehrsdienstkosten bestehen zu 85 bis 95% (Berlin 86%) aus Gehältern und Löhnen.

[11]) 90 bis 95% des Stromverbrauchs elektrischer Bahnbetriebe entfallen auf die reine Zugförderung.

Geht man davon aus, daß die wirtschaftliche Berechtigung eines Verkehrsmittels im Grenzfall bereits dann gegeben ist, wenn die gesamten Betriebskosten einschließlich Kapitaldienst durch die Einnahme voll gedeckt sind, so kann die kleinste notwendige Verkehrsdichte für jedes Verkehrsmittel bestimmt werden.

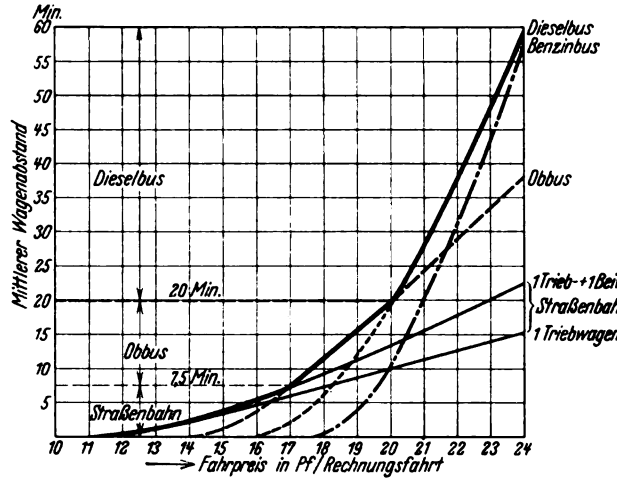


Abb. 6. Wirtschaftliche Arbeitsbereiche der Oberflächen-Verkehrsmittel.

Unter Berücksichtigung mittlerer Verhältnisse ergibt sich zunächst, daß Untergrundbahnen infolge der hohen Kapitaldienste einen jährlichen Verkehr von 6 bis 7 Mill Personen je Strecken-km erfordern, eine Verkehrsgröße, die in keiner deutschen Stadt erreicht werden dürfte. Der Bau weiterer Untergrundbahnen wird daher auch in Berlin erst dann wieder durchführbar sein, wenn die Stadt wie anderwärts (Paris, New York) die Kosten für den Tunnelrohkörper übernimmt.

Der Zusammenhang zwischen mittlerem Fahrpreis und der Verkehrsdichte bei den Oberflächenverkehrsmitteln ist auf Grund einer eingehenden Untersuchung in Abb. 6 dargestellt. Aus der Überdeckung der einzelnen Abhängigkeiten läßt sich für jedes Verkehrsmittel der Arbeitsbereich abgrenzen, in dem es den anderen überlegen ist (Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Aufteilung der Arbeitsgebiete der innerstädtischen Verkehrsmittel nach der Verkehrsdichte.

Verkehrsmittel	Straßenbahn	Obbus	Dieselbus
		Geltungsbereich	
Wagen- oder Zugabstand im Tagesmittel . .	0 ... 7,5 min	7,5 ... 20 min	über 20 min
notwendige Einnahme je Rechnungsfahrt. . .	11 ... 17 Pf	17 ... 20 Pf	über 20 Pf
Personen je Strecken-km { 1 T	500 ... 600 000	150 ... 500 000	kleiner als 150 000
{ 1 T + 1 B	800 ... 900 000	—	
notwendige Bevölkerungsdichte im Einflußgebiet Pers/ha .	über 40	15 ... 40	kleiner als 15

Die Straßenbahn ist bei der Zugdichte von 0 bis 7,5 min den übrigen Verkehrsmitteln wirtschaftlich überlegen. Sie trägt somit den Charakter eines ausgesprochenen Massenverkehrsmittels. Im Gegensatz zur Straßenbahn beginnt beim Dieselbus der wirtschaftlich günstigste Arbeitsbereich bei Wagenabständen von etwa 20 min. Sein Arbeitsgebiet liegt somit in der Bedienung schwachen Verkehrs, wie er in den Außenvierteln mit weiträumiger Bebauung zu erwarten ist. Der Arbeitsbereich zwischen 7,5 und 20 min Wagenabstand wird vom Obbus eingenommen. Er kann also dort eingesetzt werden, wo heute schwach ausgenutzte Straßenbahnlinien mit mittleren Zugfolgen von 10 bis 15 min verkehren. Der Benzinbus bleibt bei allen Fahrpreisen und Verkehrsdichten den übrigen Verkehrsmitteln unterlegen.

In Berlin ist im Gegensatz zu anderen Großstädten (London) eine Arbeitsaufteilung, bei der die einzelnen Verkehrsmittel ihrer verkehrlichen und wirtschaftlichen Eignung entsprechend eingesetzt sind, bis heute noch nicht erfolgt. Es wäre aber dringend notwendig, ausgehend von den Hauptkoordinaten, die durch S- und U-Bahn gebildet werden, die Zuweisung des Verkehrs an die einzelnen Verkehrsmittel neu zu ordnen. Dabei wird die Straßenbahn

Digitized by Google

als billigstes Massenverkehrsmittel auch in der nächsten Zukunft die Hauptverkehrslast zu tragen haben.

Kraftstoff-Fragen. — Bei der Wahl der Betriebsmittel wird in Zukunft mehr als bisher auch die Art der Kraftstoffe den Ausschlag geben. Von dem Gesamttreibstoffverbrauch für Fahrzeuge (1,89 Mill t im Jahre 1933) werden etwa zwei Drittel vom Ausland bezogen und nur etwa ein Drittel im Inland selbst erzeugt.

Neuere Automobilmotoren können ohne große Veränderungen mit Speichergasen, wie Methan, Leuchtgas, Koksgas usw. — wenn auch mit Leistungsverminderung bei den ärmeren Gasen —, betrieben werden.

Von den festen Brennstoffen: Holz, Holzkohle, Braunkohlenschwelbriketts, Steinkohlenschwelkoks und Anthrazit, ist in der letzten Zeit hauptsächlich das Holz in den Vordergrund getreten, nachdem es gelungen war, durch Verbesserung der Holzvergaser teerfreies Holzgas zu erzeugen und den Leistungsabfall des Motors gegenüber Benzinbetrieb durch höhere Verdichtung im Zylinder (9,1 gegen 5,1) auf etwa 20 % herabzudrücken.

Eingehende wirtschaftliche Ergebnisse über den Gasbetrieb liegen bis heute noch nicht vor. Bei der großen Zahl der laufenden Versuchswagen[12]) dürfte jedoch sicher schon in allernächster Zeit eine klare Stellungnahme möglich sein.

Bei den schienenlosen Verkehrsmitteln ist man in der letzten Zeit auch in Deutschland an verschiedenen Stellen dazu übergegangen, die elektrische Energie als Treibstoff zu verwenden. Im Obbus ist ein neuzeitliches Fahrzeug geschaffen worden, das durchaus in der Lage ist, den Diesel- und Benzinbus zu ersetzen, solange nicht besonderer Wert auf die volle Freizügigkeit der Fahrzeuge gelegt wird. Auf kurzen, schwach besetzten Ausläuferstrecken kann u. U. auch der Akkumulator-Omnibus mit gutem wirtschaftlichen Erfolg eingesetzt werden. Seine Anwendung ist aber durch die geringe Reichweite begrenzt.

[12]) ETZ 56 (1935) S. 90.

Hochspannungsmessungen mit Elektronenstrahlen.

Von Dipl.-Ing. H. Toeller, Frankfurt a. M.

Übersicht. Über weniger bekannte, zum Teil absolute Verfahren zur genauen Messung hoher Spannungen wird berichtet. Ferner wird angeregt, diese Verfahren zur Kontrolle der technischen Meßverfahren heranzuziehen.

Die beim Anlegen einer Spannung an zwei Elektroden auftretenden Erscheinungen, die zur Messung der Spannung benutzt werden, kann man in drei Gruppen einteilen:

1. Die gegenseitige Anziehung der beiden Elektroden, auf der die elektrostatische Spannungsmessung beruht. Die Elektronen bleiben hierbei in den Elektroden.
2. Das Einsetzen einer Glimm- oder Funkenentladung bei Erreichen der Zündspannung. Die Elektronen verlassen die Elektroden. Es interessiert für die Spannungsmessung jedoch nur der Zündvorgang und nicht mehr die sich daraus entwickelnde stationäre Entladung (Funkenstrecke, Glimmröhre).
3. Das Verhalten der stationären Entladung, besonders in Form eines Elektronenstrahles, beim Auftreffen auf Materie und in elektrischen und magnetischen Feldern. Über die hierbei auftretenden Erscheinungen und ihre Verwertung zur Messung hoher Spannungen soll zusammenfassend berichtet werden, zumal die Originalarbeiten zum größten Teil in rein physikalischen Zeitschriften zerstreut sind, die dem Elektrotechniker nicht regelmäßig in die Hand kommen.

A. Die absolute Messung einer Spannung aus dem Röntgenspektrum.

In einer Röntgenröhre werden die aus der Kathode austretenden Elektronen von der zwischen Kathode und Anode liegenden Spannung bescheunigt und treffen auf eine Antikathode. Die Elektronen werden gebremst, wobei sich ihre kinetische Energie zum Teil in Röntgenstrahlung umsetzt. Die Geschwindigkeit, die die Elektronen nach Durchlaufen der Röntgenspannung erreicht haben, ergibt sich aus der Energiegleichung:

$$1/2\, m\, v^2 = e\, U,$$

bei der m die Masse des Elektrons, v die Endgeschwindigkeit des Elektrons, U die Röntgenspannung und e die Elementarladung des Elektrons bedeuten.

Die Geschwindigkeit der auf die Antikathode auftreffenden Elektronen ist also abhängig von der Spannung U. Da nun zwischen der Geschwindigkeit der gebremsten Elektronen und der Wellenlänge der bei dem Bremsprozeß entstehenden Röntgenstrahlung bestimmte Beziehungen bestehen, liegt es auf der Hand, durch Messung der Wellenlänge auf die Geschwindigkeit der Elektronen zu schließen und dadurch auf Grund obiger Gleichung die Spannung U zu ermitteln.

Die von einer Röntgenröhre ausgesandte Strahlung setzt sich zusammen aus einem kontinuierlichen Spektrum (Bremsspektrum), das sich über einen größeren Wellenlängenbereich erstreckt, und der „charakteristischen Strahlung", die nur Strahlen von bestimmter Wellenlänge enthält und für das Antikathodenmaterial charakteristisch ist. Eine für die Röntgenstrahlung typische Energieverteilung auf die einzelnen Wellenlängen zeigt Abb. 1.

Dem kontinuierlichen Bremsspektrum ist die meistens sehr viel intensivere charakteristische Strahlung überlagert. Eine Eigenart des Röntgenspektrums liegt in seiner Begrenzung nach den kleinen Wellenlängen. Die Energiekurve nähert sich nicht, wie man annehmen könnte, asymptotisch dem Wert 0, sondern zeigt an dieser Stelle einen scharfen Abfall. Dieser ist dadurch gegeben, daß das Elektron seine gesamte kinetische Energie $e\,U$ bei der Bremsung in Röntgenstrahlung umsetzt. Da ein Strahlungsquant die Energie $E = h\,\nu$ (erg) besitzt (h = Planckches Wirkungsquantum = $6{,}55 \cdot 10^{-27}$ erg s, ν = Schwingungszahl in s^{-1}) ist die größte in dem Spektrum auftretende Schwingungszahl gegeben durch

$$h\,\nu_{max} = e\,U.$$

Da $\lambda = c/\nu$ (c = Lichtgeschwindigkeit) ist, kann man schreiben

$$\frac{h\,c}{\lambda_{min}} = e\,U.$$

bzw. da h, c und e Naturkonstanten sind:

$$U = \frac{12{,}34}{\lambda_{min}}$$

wenn U in kV und λ in Å ausgedrückt werden[1]).

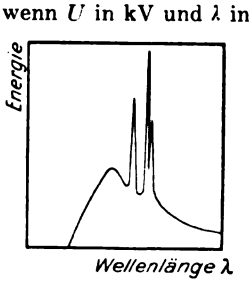


Abb. 1. Energieverteilung einer Röntgenstrahlung.

Abb. 2. Röntgenspektrum mit charakteristischer Strahlung.

Man ermittelt also in einem Röntgenspektrometer, etwa nach der Drehkristallmethode, das Spektrum der Strahlung (Abb. 2) und stellt ihre Grenzwellenlänge λ_{min} fest. Zu diesem Zweck wird das Spektrometer mit Hilfe der charakteristischen Strahlung, deren Wellenlänge be-

[1]) 1 Å (Angström-Einheit) = 10^{-8} cm.

Digitized by Google

kannt ist (dunkle Streifen in Abb. 2) geeicht. Unter Benutzung der obigen Beziehung ergibt sich dann die an der Röhre liegende Spannung.

Dieses absolute Verfahren wurde von Glocker und Kaupp[2]) für hohe Meßgenauigkeiten ausgearbeitet. Abb. 2 stammt aus dieser Arbeit. Der größte Fehler liegt z. B. bei einer Messung von 180 kV unter ± 1 %. Diese hohe Meßgenauigkeit wird dadurch erreicht, daß die Schwärzungsintensität der Spektrometerplatte mit einem Mikrophotometer Punkt für Punkt in Abständen von 0,2 bis 0,5 mm ermittelt wird. Abb. 3 zeigt die Schwärzungskurve des in Abb. 2 dargestellten Spektrogramms, und zwar in der Nähe der Grenzwellenlänge λ_{min}. Man sieht, wie es durch Extrapolation des geraden Verlaufes der Schwärzungskurve möglich ist, mit hoher Genauigkeit die im eigentlichen Spektrogramm nur sehr schlecht festzulegende Grenzwellenlänge zu ermitteln. Nähere Einzelheiten findet man in der bereits erwähnten ausführlichen Arbeit von Glocker und Kaupp.

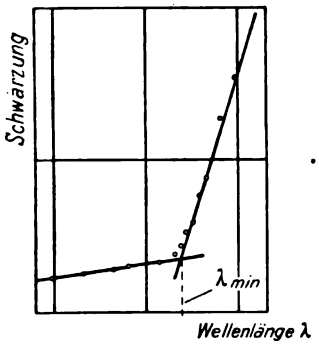


Abb. 3. Schwärzungskurve der linken Begrenzung des Röntgenspektrums von Abb. 2.

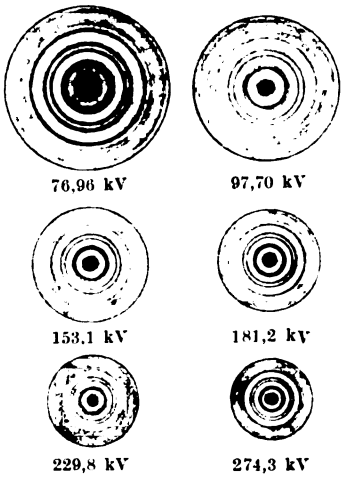


Abb. 4. Beugungsbilder von Elektronenstrahlen verschiedener Voltgeschwindigkeit.

B. Absolute Spannungsmessung durch Elektronenbeugung.

Rupp konnte 1928 zeigen, daß Elektronen bei der Reflektion an geritzten Metallgittern und beim Durchgang durch dünne Metallfolien eine Beugung erfahren, die vollkommen der Beugung der Lichtwellen entspricht. Beim Durchgang eines Elektronenstrahles bestimmter Geschwindigkeit durch das Kristallgitter einer Metallfolie zeigt eine hinter der Folie befindliche photographische Platte konzentrische Schwärzungsringe, die als Beugungsbilder anzusehen sind. Einem Elektronenstrahl, der eine bestimmte Spannung durchlaufen hat, muß also eine bestimmte Wellenlänge zugeschrieben werden, die sich ergibt zu

$$\lambda\,(\text{Å}) = \sqrt{\frac{149{,}1}{U\,(\text{Volt})}}$$

In der gleichen Weise wie bei den optischen Beugungserscheinungen besteht auch hier eine Beziehung zwischen der Wellenlänge des gebeugten Strahles, der Größe der Beugung und den Konstanten der Versuchsanordnung. Bezeichnet man die Wellenlänge des Strahles mit λ, den Durchmesser eines bestimmten Beugungsringes mit D, den Abstand zwischen Folie und photographischer Platte mit L und eine Konstante, die für ein bestimmtes Folienmaterial und einen bestimmten Ring gilt, mit k, so gilt die Beziehung:

$$\lambda = k\,\frac{D}{L}\,.$$

Es läßt sich also aus dem Durchmesser der Beugungsringe die Wellenlänge der Strahlung und aus dieser die Spannung berechnen, die die Elektronen durchlaufen haben.

Abb. 4 ist in einer Arbeit von Rupp[3]) entnommen und stellt Beugungsaufnahmen an Goldfolien dar. Zur Erzeugung des Elektronenstrahles wird eine Hochvakuumröhre mit Glühkathode verwendet. Der Elektronenstrahl wird durch eine Blendenröhre mit zwei Blenden von 0,1 und 0,3 mm ausgesondert. Unmittelbar hinter der Blendenröhre sitzt die dünne Goldfolie. In einem weiteren Abstand von 350 mm befindet sich der photographische Film. Die Aufnahmezeit beträgt etwa $^1/_{10}$ s. Die Beugungsbilder stammen von Elektronenstrahlen verschiedener Geschwindigkeit. Mit wachsender Spannung nimmt der Durchmesser der Beugungsringe entsprechend den obigen Formeln ab. In der erwähnten Arbeit wurden Gleichspannungen zwischen 70 und 280 kV verwendet. Die Genauigkeit der Messung wird mit ± 0,6 bis 0,8 % angegeben.

C. Spannungsmessung mit Hilfe des Kathodenstrahl-Oszillographen.

Der Kathodenstrahl-Oszillograph gehört ebenfalls in die Reihe derjenigen Spannungsmeßgeräte, die die Wirkung eines Elektronenstrahles benutzen. Es ist von den hier aufgezählten Meßgeräten das am meisten benutzte und am weitesten entwickelte. Da seine Wirkungsweise im allgemeinen bekannt ist, braucht hier auf sie nicht näher eingegangen werden.

Meßner[4]) beschreibt einen Kathodenstrahl-Oszillographen zur Messung von Spannungen bis 200 kV. Die Hochspannung liegt unmittelbar an den Ablenkelektroden, deren Abstand verändert werden kann, so daß eine Veränderung des Meßbereiches zwischen 2 und 200 kV möglich ist. Die Verkleinerung der Ablenkwirkung des Meßfeldes auf das nötige Maß wird außerdem noch durch Blenden bewirkt, die zwischen den Ablenkelektroden angeordnet sind und einen großen Teil der von den Elektroden ausgehenden Kraftlinien aufnehmen.

Binder[5]) beschreibt ebenfalls einen Kathodenstrahl-Oszillographen für 200 kV Ablenkspannung. Das gezogene Messingrohr hat wegen der hohen Spannung große Abmessungen. Seine Länge beträgt 2,2 m und sein Durchmesser 30 cm. Über die erzielte Meßgenauigkeit ist in beiden Arbeiten keine Angabe gemacht worden.

Fünfer[6]) schlägt vor, die zu messende Spannung zur Beschleunigung der Elektronen zu verwenden und eine Hilfsspannung an dem Ablenkkondensator so lange zu verändern, bis die Ablenkung des Strahles einen bestimmten vorher festgelegten Wert hat. Dann ist die Größe der Hilfsspannung ein Maß für die Beschleunigungsspannung.

D. Benutzung der Gesetze der Elektronenoptik zur Hochspannungsmessung.

Wenn auch die elektronenoptischen Gesetze[7]) schon bei den heutigen Kathodenstrahl-Oszillographen weitgehend angewendet werden, so soll in diesem Abschnitt besonders auf die Verwendung der elektrischen und magnetischen Linsen zur Spannungsmessung eingegangen werden. Die hier dargestellten Gedankengänge sowie das anschließend beschriebene Hochspannungsvoltmeter sind der bereits oben erwähnten Arbeit von Fünfer entnommen.

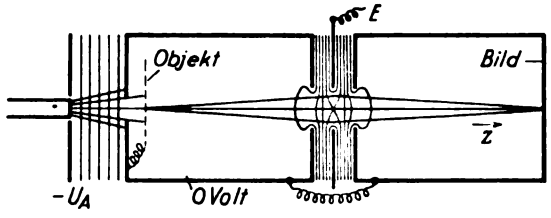


Abb. 5. Elektrisches Abbildungssystem mit elektrostatischer Linse.

In Abb. 5 ist ein elektrisches Abbildungsystem mit einer elektrischen Linse dargestellt. Der Elektronenstrahl geht mit der Voltgeschwindigkeit U_A durch die als Objekt dienende Strichblende. Die elektrische Linse besteht aus 3 Lochblenden, von denen die beiden äußeren das gleiche Potential wie die Anode haben, während die innere Blende ein um E Volt höheres Potential hat. Die durch die Linsenanordnung bestehende Feldverteilung bewirkt, genau wie bei einem Lichtstrahl, der in ein Medium von anderer

[2]) Glocker und Kaupp, Strahlentherapie 22 (1926) S. 160.
[3]) E. Rupp, Ann. Phys. 20 (1934) S. 594.
[4]) M. Meßner, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 335.
[5]) E. Binder, ETZ 52 (1931) S. 735.
[6]) E. Fünfer, Z. techn. Physik 15 (1934) S. 582.
[7]) E. Brüche, Z. techn. Physik 14 (1933) S. 49.

Digitized by Google

Dichte eintritt, daß die einzelnen von einem Punkt des Objektes aus divergierenden Elektronen ihre Bewegungsrichtung ändern und in einem bestimmten Abstand von der Linse in einem Punkt zusammentreffen. Es entsteht hier ein „Bild" des Objektes, dessen Abstand von der Linse durch die Linsenanordnung und die Spannungen U_A und E gegeben ist. Die Brennweite f der elektrischen Linse ergibt sich aus der Beziehung:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{8} \cdot \sqrt{\frac{E}{U_A}} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{(U'/E)^2}{\sqrt{(U/E)^3}} \, \mathrm{d}z ,$$

wenn U der Potentialverlauf auf der z-Achse (Strahlachse), gegen Kathode gemessen, und U' die Ableitung von U nach z ist.

Da in der Formel nur das Spannungsverhältnis E/U_A bzw. die diesem Wert proportionalen Verhältnisse E/U und E/U' vorkommen, ist für die Brennweite allein das erste Spannungsverhältnis E/U_A maßgebend. Bei einem elektrischen Abbildungsystem mit bestimmter Gegenstands- und Bildweite ist das Bild also dann scharf, wenn das Verhältnis E/U_A einen ganz bestimmten Wert annimmt, der ermittelt werden kann. Dann braucht man nur die zu messende Spannung als Anodenspannung an das System zu legen und die Hilfspannung so lange zu verändern, bis das Bild scharf ist. Aus dem bekannten Spannungsverhältnis und der Hilfspannung ergibt sich dann die unbekannte Spannung U_A.

In der gleichen Weise ist auch eine Spannungsmessung mit einem Abbildungssystem mit magnetischer Linse möglich (Abb. 6). Der reziproke Wert der Brennweite der magnetischen Linse ist

$$\frac{1}{f} = \frac{e/m}{8} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{H^2}{U_A} \mathrm{d}z .$$

Hierin stellt $H = H(z)$ den Verlauf der magnetischen Feldstärke längs der z-Achse, die gleichzeitig Spulenachse ist, e/m die spezifische Ladung des Elektrons und U_A die Beschleunigungsspannung dar. Da H proportional dem Spulenstrom I ist, erhält man in einem gegebenen Abbildungssystem bei einem bestimmten Wert von I^2/U_A ein scharfes Bild. Dieser Wert kann empirisch ermittelt werden, so daß sich aus ihm und dem Spulenstrom I in entsprechender Weise wie bei der elektrischen Linsenanordnung der unbekannte Spannungswert U_A ergibt.

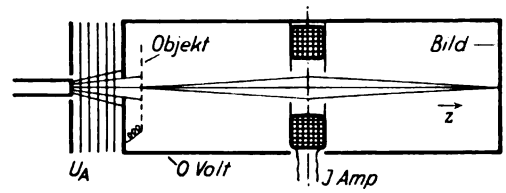


Abb. 6. Elektrisches Abbildungssystem mit magnetischer Linse.

Das letzte Meßverfahren hat Fünfer bei einem Hochspannungsvoltmeter für einen Meßbereich von 40 kV benutzt. Die Meßgenauigkeit hängt im wesentlichen von der Schärfe der Bildeinstellung ab. Die Einstellgenauigkeit wird mit 1 % angegeben. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf die Originalarbeit verwiesen.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß es eine ganze Reihe Hochspannungsmeßverfahren gibt, die auf der Beeinflussung eines Elektronenstrahles beruhen, und die dem Elektrotechniker meistens wenig bekannt sind, da sie praktisch bisher wenig verwendet wurden. Einige von ihnen (Abschnitt C und D) sind Relativmessungen, d. h. sie werden in Vergleich gesetzt zu einer zweiten bekannten Spannung, und haben eine Meßgenauigkeit von einigen Prozent. Dagegen handelt es sich bei den Meßverfahren unter Abschnitt A und B um absolute Verfahren, d. h. sie beruhen auf genau ausführbaren Längenmessungen und auf der Verwendung von Naturkonstanten, die auf Promille genau bekannt sind. Infolgedessen können sie eine für Hochspannungsmessungen hohe Genauigkeit erreichen. Es besteht also die Möglichkeit, die technischen Hochspannungsmeßgeräte, insbesondere die Kugelfunkenstrecke, mit einem Meßgerät zu kontrollieren, das nicht wieder selbst empirisch geeicht werden muß, sondern dessen Angaben lediglich auf elementaren Messungen beruhen.

Die Fernsprechbetriebsmaße.

Um die Güte eines Fernsprechübertragungsystems und seiner einzelnen Bestandteile überwachen und durch einfache Maßzahlen festlegen zu können, hat man mehrere Betriebsmaße geschaffen, die sich durch die Gesichtspunkte unterscheiden, nach welchen man die Übertragungsgüte des zu kennzeichnenden Vierpoles beurteilt. Nach der Preisgabe der als Maßeinheit unzulänglichen „Standardmeile" war mehr als ein Jahrzehnt lang der Vorschlag von Breisig im Gebrauch, der den Vierpol als homogene Leitung auffaßt und deren Wellendämpfung als Gütemaß verwendet. Dieses Maß trägt als Logarithmus eines Leistungsverhältnisses auch den physiologischen Empfangsverhältnissen Rechnung, erfüllt aber nur bei reflexionsfreier Anpassung seinen Zweck. Es entstand damals das „Neper", das in den englischen Ländern leider durch die um einen Zahlenfaktor verschiedene Einheit „Bel" ersetzt wurde, weniger der angeblich einfacheren Handhabung wegen, sondern weil diese Einheit zufällig in einem einfachen Zahlenverhältnis zur Standardmeile steht. Die besondere Sachlage bei der Überwachung pupinisierter Leitungen und die Ungenauigkeit des Breisigschen Vorschlages bei seiner Anwendung auf mangelhaft angepaßte Vierpole zwangen dann 1916 zur Aufstellung eines neuen Gütemaßes, der Betriebsdämpfung, die den zu kennzeichnenden Vierpol auch nach dem Grade der reflexionsfreien Anpassung an die Leitung beurteilt, in die er eingeschaltet werden soll. Die Betriebsdämpfung ist erklärbar als halber natürlicher Logarithmus des Verhältnisses der Leistung, die der gegebene Empfangskreis über einen idealen Anpassungsvierpol von verschwindendem Übertragungsmaß aufnehmen würde, zu der Leistung, die derselbe Empfänger über den zu beurteilenden Vierpol erhält. Daß nach dieser Festsetzung die Betriebsdämpfung eines Vierpols mit positiver Vierpoldämpfung negativ werden kann, wenn die Abschlußwiderstände komplex sind, braucht nicht als Nachteil gewertet zu werden. Ein von amerikanischer Seite vorgeschlagenes Gütemaß, die „Wirkdämpfung", versucht zwar, diese Besonderheit der Betriebsdämpfung dadurch zu umgehen, daß statt auf den idealen Anpassungsvierpol auf einen leistungsmäßig, also konjugiert angepaßten Vierpol Bezug genommen wird. Die Wirkdämpfung hat jedoch andere Nachteile und hat die Betriebsdämpfung aus ihren zahlreichen Anwendungsgebieten nicht verdrängen können. Neuerdings schlägt H. Schulz[1]) für Vierpole, die besonders nach ihrer Eignung zur wechselseitigen Leistungsübertragung zwischen schwankenden, z. B. frequenzabhängigen Abschlußwiderständen zu beurteilen sind, ein neues Gütemaß, die „Systemdämpfung" vor, die den Vierpol einschließlich seiner Abschlußkreise erfaßt und mit einem konstanten, beiderseitig gleich abgeschlossenen Bezugsübertragungssystem vergleicht. Die Systemdämpfung dürfte in vielen Fällen dem praktischen Bedürfnis besonders entgegenkommen. Die sicherste Beurteilung der wirklichen Übertragungsgüte erreicht man durch subjektive Gütemaße, von denen die Bezugsdämpfung, neuerdings versuchsweise auch die Nutzdämpfung größere Bedeutung erlangt hat. Diese Maße werden jedoch mehr eine Angelegenheit des Laboratoriums bleiben.

Tg.

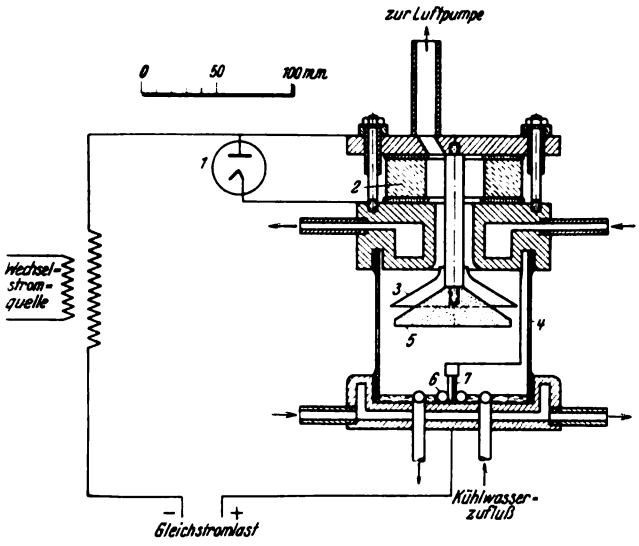
[1]) H. Schulz, Europ. Fernsprechdienst H. 37 (1934) S. 229.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Apparate und Stromrichter.

Eine Versuchsausführung eines Ignitron-Gleichrichters. — Auf die Beseitigung der Rückzündungsneigung der Quecksilberkathoden-Gleichrichter abzielende Versuche haben zu einer mit „Ignitron" bezeichneten Schaltung geführt[1]). Wie Slepian und Ludwig gefunden, und unter Hinweis auf Versuche von D. E. Marshall berichtet haben[2]), tritt beim Gleichrichter eine Rückzündung in einer sperrenden Anode nur bei Ionisation der Strecke zwischen Anode und Kathode ein. Diese



1 Hilfsgleichrichterrohr *2* Porzellanisolator *3* Anodenabschirmung *4* Glaszylinder *5* Graphitanode *6* Kühlschlange *7* „Igniter"

Abb. 1. Versuchsausführung eines Ignitrons.

Erkenntnisse führten bekanntlich zu Maßnahmen zur Niedrighaltung des Dampfdruckes und zur Beschleunigung der Entionisierung nach jeder Entladung. Die hierfür angewandten Mittel sollen bei dem „Ignitron" im wesentlichen dadurch entbehrlich werden, daß durch Aufteilung in einanodige Entladungsgefäße der Ioneneinstrom während der Sperrdauer ausgeschaltet und außerdem die überschüssige Dampfentwicklung durch Anwendung der dem Ignitron eigentümlichen Initialzündung sowie durch intensive Kühlung eingeschränkt werden soll. Außerdem werden sehr kleine Abmessungen der Entladungsgefäße bei einer der Kathode unmittelbar gegenübergestellten Anode angestrebt. Abb. 1 zeigt eine Versuchsausführung eines solchen Ignitrons[3]) schematisch, das in einer Einweg-Gleichrichterschaltung betrieben wurde. Die Anode besteht aus Graphit, die Kathode ist durch eingesetzte Kühlschlangen zusätzlich gekühlt; die innere mit Molybdän überzogene Kühlschlange umschließt unmittelbar den aus einem Karborundumkristall bestehenden „Zünder", der bis auf einen schmalen in das Quecksilber eintauchenden Streifen völlig verkleidet ist. Hierdurch wird die Zone, in der der Kathodenfleck jeweils zur Entstehung gebracht wird, wirksam gekühlt. Gelegentlich ist auch eine Fleckstabilisierung angestrebt worden, jedoch wurde darauf kein entscheidender Wert gelegt. Die Dichtung bestand aus einer Glasmetallverschmelzung.

Dieser Gleichrichter wurde in der angegebenen Schaltung mit 50 A mittlerem Gleichstrom bei 600 V mittlerer Gleichspannung und bei 27 ° C Eintrittstemperatur des Kühlwassers zufriedenstellend betrieben. Der Lichtbogenabfall betrug weniger als 10 V bei Zündspannungswerten von 40 V. Bei einer zweiten Ausführung wurde der Glaszylinder der ersten Ausführung durch einen Eisenzylinder mit Wasserkühlung ersetzt, wobei auf die Kühlschlange im Kathodenquecksilber verzichtet wurde. Nach den Versuchen besteht eine vorwiegende Rückzündungsgefahr im allgemeinen nur unmittelbar zu Beginn der Sperrdauer, weshalb auf die Möglichkeit hingewiesen wird, z. B. durch Kondensatoren den Anstieg der wiederkehrenden Sperrspannung zu verlangsamen. Die angegebenen Beobachtungszeiten (z. B. 19½ oder 49 h) dürften jedoch kaum eine endgültige Beurteilung zulassen. In ähnlicher Weise wurde ein Sechsphasen-Ignitron-Gleichrichter mit gemeinsamer Pumpen- und Kühlanordnung. aber getrennten Entladungsgefäßen ausgeführt. So versprechend der Bericht über die Versuche, insbesondere in bezug auf die kleinen Lichtbogenabfälle, zu sein scheint, so sehr vermißt man im Augenblick noch genauere Angaben über das Verhalten der Ignitronzündung bei höheren Dampfdrücken und bei Verschmutzung der Kathode sowie Angaben in bezug auf höhere Gleichspannungen, längere Betriebszeiten und Verhalten bei Überlastungen, die für die endgültige Beurteilung ausschlaggebend sein dürften. (L. R. Ludwig, F. A. Maxfield und A. H. Toepfer, Electr. Engng. Bd. 53, S. 75.) *M. L.*

Druckluftschalter mit selbsttätig erzeugter Druckluft. — Der für mittere Spannungen und mittlere Abschaltleistungen entwickelte Schalter ist überall da am Platze, wo die eigentlichen Kurzschlußabschaltungen durch Schmelzsicherungen erfolgen und der Schalter nur den normalen Betriebstrom zu unterbrechen hat.

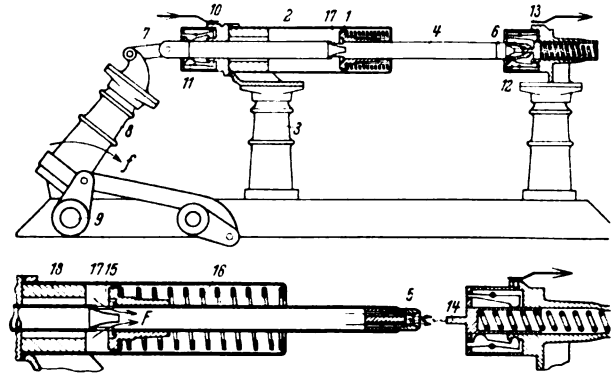


Abb. 2. Druckluftschalter mit selbsttätig erzeugter Druckluft.

Abb. 2 zeigt einen Schnitt durch einen solchen Schalter für 15 kV und 200 A. Ein Kolben *1* befindet sich in einem Zylinder *2*, der auf einem Stützisolator *3* befestigt ist. Ein bewegliches Rohr *4* in der Achse des Zylinders trägt an einem seiner Enden eine Düse *5*, in der die beweglichen Abbrandkontakte *6* angeordnet sind. Das andere Ende des beweglichen Rohres ist verschlossen und trägt einen Hebel *7*, der den um die Achse *9* schwenkbaren Isolator *8* betätigt.

Im eingeschalteten Zustand fließt der Strom von der Klemme *10* über die Gleitkontakte *11* zu dem Rohr *4*, von dort über die festen Kontakte *12* zur Klemme *13*. Der Stift *14* bildet den festen Abbrandkontakt. Beim Einschalten dreht sich der Isolator *8* im Sinne des Bogens *f*. Das Rohr *4* bewegt sich von links nach rechts und nimmt über den Isolierring *15* den Kolben *1* mit, der die Abschaltfeder *16* zusammendrückt. Beim Abschalten entspannt sich die Feder *16*, stößt den Kolben *1* zurück und dadurch gleichzeitig auch den Isolator *8* mit dem ganzen Antrieb. Die im Zylinder *2* zusammengepreßte Luft strömt durch die Öffnungen *17* in das Rohr *4* und durch die Düse *5* unmittelbar in den zwischen den Kontakten *6* und *14* brennenden Lichtbogen. Nach dem Erlöschen des Lichtbogens erreicht der Kolben *1* schließlich den An-

[1]) ETZ 55 (1934), S. 398 und 563.
[2]) Electr. Engng. 51 (1932) S. 92 und 52 (1933) S. 693.
[3]) s. Fußnote 1.

Digitized by Google

schlag *18* und bleibt stehen. Die Betätigung des Schalters kann von Hand, elektrisch oder durch Druckluft erfolgen.

Der Schalter ist so bemessen worden, daß er auf einen Kurzschluß von etwa 10 kA wiedereingeschaltet werden kann. (L. Saudicoeur, Rev. gén. Electr. Bd. 36, S. 241.) *dk.*

Verkehrstechnik.

Elektrische Treidelei auf den Wasserstraßen Frankreichs. — Die Elektrisierung der französischen Kanäle und schiffbaren Flüsse, mit der in größerem Umfange 1924 begonnen wurde, erstreckt sich gegenwärtig auf rd. 1100 km Länge, d. s. etwa 17 % von der Gesamtlänge der Wasserstraßen. Sie wurde fast ausschließlich im Nord- und Ostgebiet, wo sich die wichtigsten Wasserverbindungen befinden, planmäßig unternommen, so daß jetzt die elektrische Treidelei zwischen Basel und Calais fast durchgehend erfolgen kann (Abb. 3). Der Rhône-Rhein-Kanal wurde im Abschnitt Straßburg—Mülhausen mit dem Abstichkanal nach Hüningen (*a*, 145 km) 1930 von der AEG elektrisiert[1]). Auf dem Rhein-Marne-Kanal (*b*, 314 km) sind 2 Abschnitte zu unterscheiden. Von

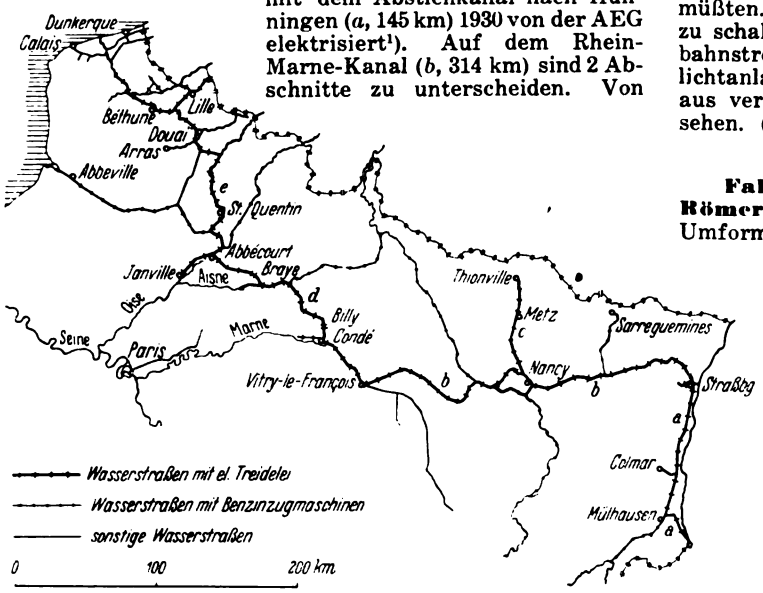


Abb. 3. Die Wasserstraßen Frankreichs mit elektrischer Treidelei.

Straßburg bis Nançy wurden gleislose elektrische Straßenzugmaschinen mit Doppeloberleitung und Gummibereifung, von Nançy bis Vitry-le-François elektrische Lokomotiven mit Unterbau von 1 m Spur, die im allgemeinen denjenigen des Rhône-Rhein-Kanals ähnlich sind, verwendet. Die vor drei Jahren fertiggestellte Verbindung von Nançy über Metz nach Thionville (*c*) ist ebenfalls elektrisiert. Auf dem Marne-Oise-Kanal zwischen Vitry-le-François und Abbécourt (*d*, 155 km) erfolgt die elektrische Treidelei mit Lokomotiven. Das verzweigte Netz der Kanäle im Nordgebiet, von welchen der wichtigste der Saint-Quentin-Kanal (*e*, 127 km) ist, hat überwiegend elektrischen Betrieb verschiedener Systeme.

Die elektrischen Straßenzugmaschinen auf der Strecke Straßburg—Nançy sind mit 7,4 kW-Gleichstrommotoren für 600 V Betriebsspannung ausgerüstet, welche mittels einer Doppelzahnrad-Übersetzung und Kette die beiden Triebachsen antreiben. Ihre Geschwindigkeit ist 2,5 bis 12 km/h, die Anfahrzugkraft 1500 kg, die Dauerzugkraft 700 kg, das Gewicht 2,4 t. Die Stromabnahme erfolgt wie bei den elektrischen Lokomotiven durch eine auf dem Fahrdraht laufende aufgehängte Doppelrolle, die mittels Seil mit der Zugmaschine verbunden ist.

In den unterirdisch geführten Kanalabschnitten wurde die Lösung verschiedenartig vorgenommen. So ist im Tunnel von Braye des Marne-Oise-Kanals (2,36 km) eine eingleisige Hängebahn eingebaut, auf welcher vier Zugkörper mit 4,2 kW-Gleichstrommotoren umfahren. In mehreren anderen Tunnels sind elektrische Schleppboote mit fester unter Wasser gelegter Kette, die über die Betriebstrommel des Bootes geführt wird, verwendet.

Auch die Elektrisierung der in der vorwiegenden Mehrzahl der Fälle noch von Hand betätigten Schleusen ist in den letzten Jahren fortgeschritten. *ak.*

[1]) Eingehende Beschreibung s. W. Ohl, ETZ 52 (1931) S. 225. S. a. ETZ 50 (1929) S. 1173.

Blinklichtanlagen als Ersatz für Schranken. — Die Reichsbahn hat selbsttätig wirkende elektrische Blinklichtanlagen aufgestellt, die rechts der Straße so aufgestellt werden, daß sie den Bahnübergang decken. Bei diesen blinken drei Blinklichter in ständig weißem Licht 40- bis 45mal in der Minute, solange sich kein Zug nähert. Der Überweg ist für den Straßenverkehr frei. Bei Annäherung eines Zuges wird das Blinklicht vom Zuge selbsttätig durch Schienenkontakt in rotes Blinklicht mit doppelt so raschen Stößen, etwa 90 bis 100 je Minute, umgeschaltet als Zeichen, daß die Überfahrt für den Straßenverkehr gesperrt ist. Das rote Licht verbleibt während der Wegüberfahrt durch den Zug, dessen letzte Achse sodann durch Schienenkontakt das rote Licht wieder in weißes umschaltet, womit der Straßenverkehr freigegeben ist. Es wird der größeren Sicherheit wegen vorgeschlagen, vor der Kreuzung auch auf der Eisenbahnstrecke Lichtsignale anzubringen, die in Verbindung mit der Blinklichtanlage stehen und zweckmäßigerweise das umgekehrte Farbenspiel wie die Blinklichtanlage haben müßten. Beide Lichtanlagen sind voneinander abhängig zu schalten, insbesondere muß die Anlage auf der Eisenbahnstrecke ständig rotes Licht zeigen, wenn die Blinklichtanlage auf der Straße versagt. Eine Stromspeisung aus verschiedenen Quellen für beide Anlagen ist vorzusehen. (Renfert, Verkehrstechn. Bd. 16, S. 42.) *Pge.*

Fahrbares selbsttätiges Umformerwerk der Römer Straßenbahn. — In Rom wurde ein fahrbares Umformerwerk in Betrieb gesetzt, das vollkommen selbsttätig arbeitet. In einem Wagen (Abb. 4) ist ein Quecksilberdampf-Gleichrichter für 500 kW untergebracht, der auf der Gleichstromseite eine Überlast von 50 % für 2 min und von 100 % für 5 s auszuhalten vermag. Das Unterwerk kann primär an ein Wechselstromnetz von 20 000 oder 10 000 V angeschlossen werden. Auf der Gleichstromseite sind Spannungen von 625, 675 und 725 V verfügbar. Der Wirkungsgrad beträgt bei $^1/_4$ Last 0,89, um bei voller Last auf 0,925 anzusteigen. Bei Strombedarf, d. h. wenn die Fahrdrahtspannung unter 600 V sinkt, setzt sich das Unterwerk selbsttätig in Betrieb. Wenn der Strombedarf 1400 A übersteigt, wird der Umformer selbsttätig abgeschaltet, um nach 20 s wieder versuchsweise eingeschaltet zu werden. Der gleiche Vorgang spielt sich bei einem Betriebsfehler innerhalb des Unterwerks oder bei einem Kurzschluß auf der Strecke ab. Die versuchsweise selbsttätige Wiedereinschaltung erfolgt in diesem Falle jedoch nach 40 s ein zweites und nach weiteren 50 s ein drittes Mal.

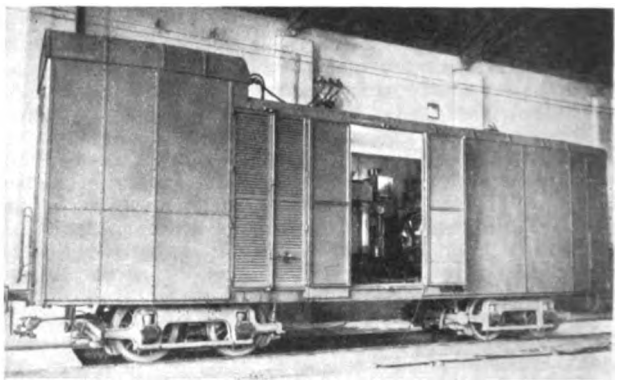


Abb. 4. Fahrbares Umformerwerk der Römer Straßenbahn.

Besteht dann der Fehler noch, so bleibt die Anlage außer Betrieb bei optischer und akustischer Signalgebung. Wenn die Fahrleitung für einen Zeitraum von mehr als 10 min keinen Strom aufnimmt, schaltet sie sich aus. Sobald aber die Fahrspannung unter 600 V sinkt oder ein dem Unterwerk sich nähernder Triebwagen Strombedarf hat, erfolgt die Wiedereinschaltung. Erwärmt sich das Kühlwasser über 30 °, so wird ein Lüfter eingeschaltet. Ein Außer-

Digitized by Google

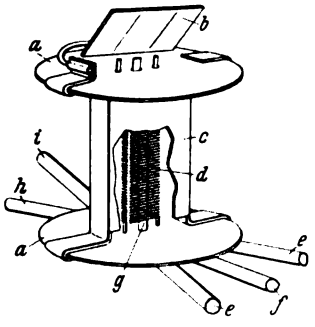
betriebsetzen erfolgt auch bei jeder Unregelmäßigkeit im Betrieb des Gleichrichters oder des Transformators, während auf einer Anzeigetafel die Fehlerstelle angezeigt wird. (Elettrotecn. Bd. 22, S. 145.) *Rtz.*

Landwirtschaft.

Elektrische Insektenfallen. — Im Jahre 1911 hat der deutsche Ingenieur v. Abresch als erster festgestellt, daß Insekten nachts von ultravioletten Strahlen angezogen werden. Das Insektenauge scheint danach eine größere Reichweite in den kurzwelligen Teil des Spektrums zu haben als das menschliche. Ferner wurde festgestellt, daß die Wirkung auf die Insekten bei veränderlicher Strahlungstärke bzw. bei „Blinkfeuer" stärker ist als bei unveränderlicher Lichtstärke. In neuester Zeit sind nun Versuche von M. M. d'Unienville zum Abschluß gebracht worden, der über die gleiche Frage auf der Insel Maurice für die dortige Zuckerindustrie gearbeitet hat. Dort wurden nebeneinander eine Quecksilberdampflampe und eine normale Metallfadenlampe von gleicher Leistungsaufnahme angebracht. Es zeigte sich dabei folgendes: 1. Zahlreiche Insekten, die von der Quecksilberdampflampe angezogen wurden, waren durch Glühlampenlicht nicht beeinflußt. 2. Diejenigen Insekten, die von beiden Lampen angezogen wurden, gerieten an der Quecksilberdampflampe in größere Erregung. 3. Die Wirkung der Glühlampe auf die Insekten war um so größer, je mehr ihr Licht nach der kurzwelligen Seite des Spektrums hin lag. — Ferner zeigt sich, wenn man die Lampenspannung fortschreitend erhöht, daß bei den schwachen Spannungen zunächst die mückenartigen Insekten stark angezogen werden, die Wirkung läßt dann mit wachsender Spannung nach. Gerade umgekehrt verhalten sich die Schmetterlinge, die erst bei höheren Spannungen die Lampe anfliegen. Diese Gesetzmäßigkeit gilt jedoch nicht für den Versuch mit abnehmender Spannung. Taginsekten werden übrigens nicht in nennenswertem Maße durch ultraviolette Strahlen angezogen. Im übrigen spielt offenbar noch eine ganze Reihe weniger erforschter Faktoren bei diesen Fragen eine wesentliche Rolle. So scheint z. B. jede Insektenart von einem bestimmten Wellenbereich im Spektrum besonders stark beeinflußt zu werden. Ferner ist die Wirkung auf männliche und weibliche Tiere verschieden; Temperatur, Barometerstand, Jahreszeit u. a. m., die auf die Lebhaftigkeit der Insekten einwirken, sind natürlich auch hier in Rechnung zu setzen. Die Wirkung der ultravioletten Strahlen ist aber unbestreitbar, und es sind auch bereits verschiedene Insektenfallen unter Verwendung von Quecksilberdampflampen gebaut und mit Erfolg verwendet worden. (Génie civ. Bd. 106, S. 261.) *v. W.*

Fernmeldetechnik.

„Eichel"-Elektronenröhren für Ultrafrequenzen. — Bei Verwendung von Elektronenröhren zum Empfang sehr hoher Frequenzen wird ihr Verstärkungsgrad bei wachsender Frequenz immer kleiner. Bei Frequenzen von größenordnungsmäßig 200 MHz (entsprechend einer Wellenlänge von etwa 1,5 m) werden die normalen Elektronenröhren schließlich praktisch unbrauchbar. B. J. Thompson u. G. M. Rose haben gezeigt, daß die Wirksamkeit der Elektronenröhren bei sehr hohen Frequenzen dadurch erhöht werden kann, daß ihre Abmessungen verringert werden. Wenn alle linearen Abmessungen durch einen konstanten Faktor n geteilt werden, bleiben Anodenstrom, innerer Widerstand und Verstärkungsfaktor im wesentlichen unverändert. Die notwendige Heizleistung wird proportional $1/n^2$ verringert. Aus mechanischen Gründen ist es indessen nicht möglich, alle Abmessungen der Elektronenröhre in gleichem Maße zu verringern. Auch müssen Aufbau und Anordnung mit Rücksicht auf Haltbarkeit und fabrikationsmäßige Herstellbarkeit geändert werden. Eine derartige Röhre hat etwa die Größe einer Eichel; in Abb. 4 sind die einzelnen Teile vergrößert dargestellt. Die Elektrodenabstände sind in dieser Röhre bis auf etwa 0,1 mm verringert worden. Hierdurch wird die obere Frequenzgrenze, bei der die Röhre noch wirksam bleibt, um den Faktor $n = 4$ erhöht. Der innere Widerstand der Röhre beträgt 10 bis 15 000 Ω, der Verstärkungsfaktor etwa 25, als Anodenspannung werden 180 V verwendet. Die Heizspannung beträgt 6,3 V, der Heizstrom 0,16 A, die Kapazität zwischen Kathode und Gitter 1 pF[1]), zwischen Kathode und Anode 0,6 pF, zwischen Gitter und Anode 1,4 pF. Damit die Zuleitungen möglichst kurz werden, mußte der übliche Stecksockel aufgegeben werden. Die Zuleitungen sind aus verhältnismäßig starken Drähten hergestellt, die an einer Glimmerscheibe befestigt werden. Sie werden nach dem Zusammenbau der Elektroden eingeschmolzen und als Zuleitungstifte verwendet. Ihre sehr geringe Größe und ihr geringes Gewicht lassen diese Röhren auch für andere Zwecke sehr geeignet erscheinen, zumal sie überraschenderweise außerordentlich widerstandsfähig sind. (B. Salzberg, Electronics Bd. 7, S. 282.) *Hc.*



a Glimmerplatte
b Gitterplättchen
c Anode
d Gitter
e Heizdrahtzuleitung
Kathodenzuleitung
g Kathode
h Gitterzuleitung
i Anodenzuleitung

Abb. 4. Elektronenröhre für Ultrafreqenzen.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

XIV. Kongreß für Heizung und Lüftung. — In der Zeit vom 26. bis 28. VI. tagt in der Aula der T. H. Berlin-Charlottenburg der obige Kongreß. Auskunft erteilt das Kongreßbüro, Berlin W 9, Linkstraße 21 (Fernspr.: B 1 2028).

Ausstellung „Wasserstraßen und Wasserport Stuttgart 1935". — Am 15. VI. wird auf dem Cannstatter Wasen in Stuttgart die große Ausstellung „Wasserstraßen und Wassersport" eröffnet, die bis 4. VIII. dauern soll und für die gesamte süddeutsche Wasser- und Elektrizitätswirtschaft von Bedeutung ist.

Energiewirtschaft.

Errichtung einer nordböhmischen Sammelschiene. — Schon vor einigen Jahren wurde von verschiedenen Seiten der Plan einer nordböhmischen Sammelschiene erörtert, in welche die in den Kohlenrevieren und Industriezentren gelegenen Wärmekraftwerke Nordböhmens wie auch einige größere Wasserkraftwerke speisen sollten. Infolge der schon seit Jahren herrschenden Industriekrise kam dieser Plan einer parallel zur sächsischen Sammelschiene verlaufenden nordböhmischen Sammelschiene (Abb. 5) vorerst nicht zur Ausführung. Er wird aber durch die voraussichtlich noch im Laufe dieses Jahres zu erwartende Fertigstellung des Wasserkraftwerkes Schreckenstein, welches vom Staat errichtet wird und das eine bis nach Lobositz reichende Staustufe ausnutzen wird, wieder an Bedeutung gewinnen.

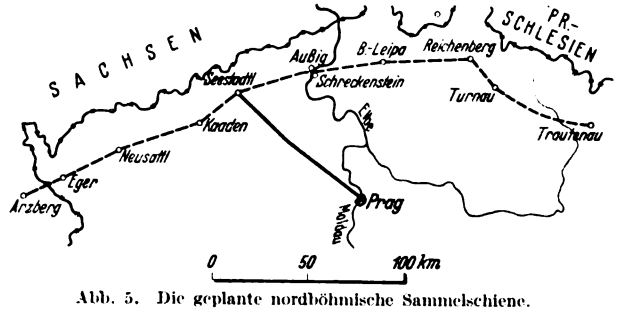


Abb. 5. Die geplante nordböhmische Sammelschiene.

Die Ungleichmäßigkeit der Wasserführung der Elbe macht die Aushilfe durch ein Wärmekraftwerk in Zeiten der Trockenheit hier unbedingt erforderlich. Zu diesem Zweck ist dieser Tage mit dem Bau einer 110 kV-Leitung begonnen worden, welche das Wasserkraftwerk Schreckenstein mit dem Wärmekraftwerk Seestadtl bei Komotau verbinden wird. Dieses Kraftwerk besitzt eine Leistung von 70 000 kW, welche fast ganz auf einer 88 km langen 110 kV-Leitung an die Prager elektrischen Unternehmungen abgegeben wird. Schreckenstein wird bei günstigen

[1]) 1 Pikofarad (pF) 10^{-12} Farad.

Digitized by Google

Wasserverhältnissen höchstens über 20 000 kW verfügen. Seestadtl, welches die vom staatlichen Schacht Ervenice abfallende minderwertige Staubkohle verwertet, wird so in der Lage sein, Schreckenstein bei ungünstigen Wasserverhältnissen auszuhelfen. Später ist die Kreuzung der Elbe von Wannow nach Schreckenstein und die Verlängerung der 110 kV-Leitung in östlicher Richtung nach B. Leipa—Reichenberg—Turnau geplant, wo im Wege eines dort zu errichtenden großen Umspannwerkes der Anschluß an das Netz der „Ostböhmischen Elektrizitätswerke" (Dampfkraftwerk Parschnitz bei Trautenau) erfolgen würde. Die Überquerung der Elbe wird auf Gittermasten durch zwei Drehstromfelder mit Kupferleiterquerschnitten von je 95 mm² erfolgen, wobei durch entsprechende Maßnahmen weitmöglichst eine Beeinträchtigung des dortigen schönen Landschaftsbildes vermieden werden soll.

Die nunmehr zur Errichtung gelangende Strecke Seestadtl—Schreckenstein wird also das Anfangsglied in der Herstellung einer nordböhmischen Sammelschiene sein. Ein Anschluß an das Netz der „Nordböhmischen Elektrizitätswerke AG., Bodenbach", welches einen großen Teil Nordböhmens versorgt und das das bedeutendste in privatem Besitz befindliche Elektrizitätswerk der Tschechoslowakei ist, ließe sich später, falls die diesbezüglich geführten Verhandlungen zu einem Ergebnis führen, in leichtester Weise bewerkstelligen, da die Trasse der Leitung Seestadtl—Schreckenstein in nächster Nähe des Wärmekraftwerkes Türmitz der NEW (55 000 kW) vorbeiführt. *G. W. M.*

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

37. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Hamburg vom 20. bis 23. Juni 1935.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker ruft seine Mitglieder und alle diejenigen, die der deutschen Elektrotechnik zugehören und nahe stehen, zu seiner diesjährigen Hauptversammlung vom 20. bis 23. Juni zusammen. Während die Tagung im vorigen Jahre im Industriezentrum Süddeutschlands, der württembergischen Landeshauptstadt Stuttgart stattfand, wurde dieses Mal das Wirtschaftszentrum Norddeutschlands, die Freie und Hansestadt Hamburg als Tagungsort gewählt. Hier an dem Ausfallstor der deutschen Wirtschaft für den Außenhandel wollen die deutschen Elektrotechniker ihren Willen kund tun, die machtvolle Weltstellung deutschen Erfinder- und Unternehmergeistes zu erhalten und weiter auszubauen. Die Tagung soll sowohl ernster wissenschaftlicher Arbeit und dem Erfahrungsaustausch als auch froher Geselligkeit gewidmet sein. Die ausführliche Tagungsfolge war in ETZ 56 (1935) H. 19, S. 549 veröffentlicht.

Die Mitgliederversammlung wird den VDE-Mitgliedern die Tätigkeit und die Entwicklung ihres Verbandes im letzten Jahre vor Augen führen. Die für das ganze deutsche Volk wichtige Frage des Fernsehens wird in einem groß angelegten Vortrag von Oberpostrat Dr. B a n n e i t z, Berlin, behandelt und durch Fernseh-Vorführungen erläutert, die auch der Allgemeinheit zugänglich gemacht werden.

Die Fachberichte, die in 12 Fachgruppen zu je 4 Einzelberichten eingeteilt sind, werden von der neuesten Entwicklung der Elektrotechnik ein mosaikartiges Bild vermitteln, das durch die anschließenden Aussprachen noch ergänzt wird. Die wissenschaftliche Bedeutung und große Beliebtheit dieser Vortragsreihen läßt sich aus den Teilnehmerzahlen erkennen, die trotz wirtschaftlicher Schwierigkeiten in den letzten Jahren eine stetige Aufwärtsentwicklung zeigen. Jede der 12 Vortragsreihen steht unter der Leitung eines für das betreffende Fachgebiet maßgebenden Fachmannes, der den Hörern in seiner Einführung einen Überblick über das betrachtete Sondergebiet vermittelt. Eine Übersicht über die Themen, die Vortragenden und Einführenden sowie der Zeitplan sind in ETZ 56 (1935) H. 21, S. 596 veröffentlicht. Ein Programmheft, in dem auch noch Inhaltsübersichten enthalten sind, wird den Teilnehmern an der Tagung ausgehändigt und kann außerdem von der Geschäftstelle des VDE bezogen werden.

Die technischen Veranstaltungen werden durch die Möglichkeit zur Besichtigung zahlreicher elektrotechnischer und anderer Betriebe bereichert.

Diese Vorträge und Besichtigungen, die der Versammlung den Charakter einer Arbeitstagung verleihen, werden von gesellschaftlichen Veranstaltungen umrahmt, die der Begrüßung und Fühlungnahme mit den aus allen Teilen Deutschlands herbeigeeilten Fachgenossen gewidmet sind. Rundfahrten durch Stadt, Hafen und Alster führen den Tagungsteilnehmern die Sehenswürdigkeiten und Schönheiten der Hansestadt vor Augen. Ausflüge in die nähere und weitere Umgebung werden die Tagung beschließen.

Die Reichhaltigkeit des Programms und die umfangreichen Vorbereitungen, die der VDE, Gau Hansa, übernommen hat, bürgen dafür, daß die Teilnehmer in jeder Hinsicht zufriedengestellt werden.

Wir wollen durch diese Tagung zeigen, daß die im VDE zusammengeschlossenen Elektrotechniker Deutschlands in der Lage und gewillt sind, ihre Aufgaben auf technisch-wissenschaftlichem Gebiet zum Wohle von Volk und Staat voll und ganz zu erfüllen. Darum ergeht an alle mit der deutschen Elektrotechnik verbundenen Kreise nochmals die Aufforderung:

K o m m t z u r T a g u n g d e r E l e k t r o t e c h n i k e r
a m 20. J u n i n a c h H a m b u r g !

Londonfahrt des Amtes für Technik der NSDAP. Gau Hamburg, vom 23. bis 27. Juni 1935.

Im Anschluß an die Jahresversammlung des VDE in Hamburg veranstaltet das Amt für Technik der Gauleitung der NSDAP vom 23. bis 27. Juni 1935 eine Londonfahrt mit dem größten deutschen Motorschiff „MILWAUKEE" der Hamburg-Amerika-Linie. Durch diese Fahrt soll den deutschen Technikern Gelegenheit gegeben werden, eine verhältnismäßig billige Erholungsreise auf See mitzumachen und London kennenzulernen. Die Teilnehmer, die nicht zum erstenmal nach England kommen, werden bei dieser Gelegenheit ihre Freunde aufsuchen und für deutsche Technik und deutsche Arbeit werben können.

Außerdem verfolgt diese Fahrt aber auch noch den Zweck, den hamburgischen Schiffahrtslinien und der mit ihnen verbundenen Industrie durch geeignete Werbemaßnahmen Unterstützung zuteil werden zu lassen und durch die Inanspruchnahme deutscher Schiffe vielen Volksgenossen wieder Lohn und Brot zukommen zu lassen.

Die Fahrpreise einschließlich voller Verpflegung sind auf etwa ¼ des sonstigen normalen Preises festgesetzt worden. Dabei wird die „MILWAUKEE" während der Fahrt in gleicher Weise ausgestattet und betrieben wie bei einer normalen Überseereise. Zum Vergleich wird darauf hingewiesen, daß eine einfache Fahrt von Hamburg nach Southampton, die einen Tag dauert, unter gleichen Umständen 75 RM kostet, während für die fünftägige Sonderfahrt bei voller Verpflegung und Sondervergnügungen 80 RM zu zahlen sind.

Die Teilnahme an dieser Londonfahrt ist auch für solche Volksgenossen möglich, die an der VDE-Tagung in Hamburg nicht teilnehmen.

Auskünfte und Anmeldungen werden vermittelt durch das Amt für Technik der NSDAP, Gau Hamburg, und die Geschäftstelle des VDE, Gau Hansa, beide in Hamburg. Jungfernstieg 30, Hamburger Hof.

Digitized by Google

Bekanntmachung.

Ausschuß für Isolierstoffe.

Der Ausschuß hatte in ETZ 54 (1933) S. 592, einen Entwurf 1 zu VDE 0315 „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Preßspan" veröffentlicht. Änderungen bzw. Ergänzungen zu diesem Entwurf waren in ETZ 56 (1935) S. 217, veröffentlicht.

Nach Behandlung der eingegangenen Einwände in dem zuständigen Unterausschuß „Faserstoffe" hat der Ausschuß nunmehr die nachstehend veröffentlichte Fassung zu

VDE 0315/1935 „Leitsätze für die Prüfung von Preßspan"

verabschiedet, die von dem Vorsitzenden des VDE mit der Maßgabe genehmigt ist, daß sie am 1. Juli 1935 in Kraft tritt. Mit dem gleichen Tage werden die bisherigen Arbeiten

VDE 0316/1929 „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Tafelpreßspan"

und

VDE 0317/1930 „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Rollenpreßspan"

ungültig.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

Ausschuß für Isolierstoffe.

VDE 0315/1935

Leitsätze für die Prüfung von Preßspan.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

III. Beschaffenheit.

§ 4. Oberfläche. Gefüge. Farbe.
§ 5. Abmessungen.
§ 6. Chemische Eigenschaften.
§ 7. Feuchtigkeitsgehalt.

IV. Prüfbestimmungen.

A. Allgemeines.

§ 8. Probenahme.
§ 9. Vorbehandlung.

B. Mechanische Prüfung.

§ 10. Zugfestigkeit.
§ 11. Falzzahl.

C. Elektrische Prüfung.

§ 12. Durchschlagspannung.
§ 13. Widerstand im Innern.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Juli 1935 in Kraft[1]).

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für Preßspan in Tafeln und in Rollen. Sie gelten nicht für Tafelpreßspan, der aus mehreren Lagen zusammengeklebt ist (Blockspan).

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Preßspan ist eine feste und zähe gepreßte Pappe, deren Oberfläche nach der Herstellung nachbearbeitet ist.

Tafelpreßspan (Raumgewicht etwa 1,3 g/cm³) ist ein Preßspan, der nur in Tafeln geliefert wird; die Dicke liegt zwischen 0,15 und 5 mm.

Edelpreßspan (Raumgewicht etwa 1,4 g/cm³) ist ein Preßspan, der nur in Tafeln geliefert wird und in bezug auf elektrische und mechanische Eigenschaften besonders hohen Anforderungen gewachsen ist.

Rollenpreßspan (Raumgewicht etwa 1,2 g/cm³) ist ein Preßspan, der in Rollen (oder in daraus geschnittenen Tafeln) geliefert wird; die Dicke liegt zwischen 0,1 und 1 mm.

III. Beschaffenheit.

§ 4.

Oberfläche, Gefüge, Farbe.

Die Oberfläche von Preßspan ist 2-seitig geglättet, 1-seitig geglättet oder ungeglättet (matt), die von Edelpreßspan ungeglättet (matt). Sie soll keine sichtbaren Poren aufweisen.

Das Gefüge von Preßspan soll gleichmäßig und dicht sein.

Die Farbe ist im allgemeinen

bei Tafelpreßspan . . . . . gelb oder grau
„ Edelpreßspan . . . . . schwarzgrau
„ Rollenpreßspan . . . . . gelb (orange).

§ 5.

Abmessungen.

Die genormten Dicken, Längen und Breiten nebst zulässigen Maßabweichungen und Schwindungsziffern sind in folgenden Normblättern festgelegt:

DIN VDE 600 Tafelpreßspan (einschließlich Edelpreßspan),
DIN VDE 602 Rollenpreßspan.

§ 6.

Chemische Eigenschaften.

Preßspan soll praktisch frei sein von Säuren, Alkalien, wasserlöslichen Salzen und metallenen Einschlüssen.

Zugesetzte Farbstoffe dürfen weder in Öl noch in Alkohol löslich sein.

Zur Prüfung auf Unlöslichkeit der Farbstoffe wird ein Probestreifen von 15 mm × 140 mm in ein Reagenzglas 16 DENOG 30 mit klarem Transformatorenöl von 105 ° bzw. mit 96 %-igem Alkohol von Raumtemperatur (15 bis 25 °) eingetaucht. Das Öl darf sich nach 3 h, der Alkohol nach 10 min in der Farbe nicht verändert haben.

Der Aschegehalt (anorganische Stoffe) darf 6 % nicht überschreiten.

Imprägniermittel dürfen vom Hersteller nur nach besonderer Vereinbarung mit dem Abnehmer angewendet werden.

§ 7.

Feuchtigkeitsgehalt.

Preßspan wird „lufttrocken", d. h. mit einem Feuchtigkeitsgehalt von höchstens 8 % geliefert.

Der Feuchtigkeitsgehalt wird an Proben ermittelt, die ein Gewicht von ungefähr 10 g haben. Bei Tafelpreßspan sind die Proben aus je einer Tafel aus der Mitte des Stapels und aus einer Außentafel zu entnehmen. Die Proben sind durch Aufspalten und Zerreißen zu zerspanen und dann zu wägen. Darauf werden sie 6 h lang im Trockenschrank bei 105 ° getrocknet. Nach Abkühlung auf Raumtemperatur im Exsikkator werden sie unter Abschluß gegen die Luftfeuchtigkeit abermals gewogen. Der Gewichtsunterschied soll nicht mehr als 8 % des zuerst ermittelten Gewichtes betragen.

IV. Prüfbestimmungen.

A. Allgemeines.

§ 8.

Probenahme.

Bei Tafelpreßspan wird von etwa je 100 Tafeln einer Lieferung mindestens 1 Tafel als Probe entnommen.

Bei Rollenpreßspan wird bei Lieferungen bis zu 60 kg von jeder Rolle, bei größeren Mengen für je etwa 60 kg eine Probe von 1 m Länge zur Prüfung entnommen.

Die Probestücke sind aus verschiedenen Stellen der Proben zu entnehmen.

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im April 1935. — Veröffentlicht: ETZ 54 (1933) S. 592; 56 (1935) S. 217 und 685.

Vorher haben getrennte Fassungen dieser Bestimmungen gemäß nachstehender Tafel bestanden:

Fassung:	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentlicht ETZ:
VDE 0316 Tafelpreßspan	8. 7. 29	1. 7. 29	1929, S. 360, 726, 1136
VDE 0317 Rollenpreßspan	15. 6. 30	1. 7. 30	1930, S. 622, 826, 1030

Digitized by Google

§ 9.

Vorbehandlungen.

Vorbehandlung a:

Für die mechanischen Prüfungen (siehe §§ 10 und 11) wird der in Streifen geschnittene Preßspan vor Versuchsbeginn mindestens 24 h lang in Luft von 65 % relativer Feuchtigkeit bei Raumtemperatur (15 bis 25 °) gelagert.

Vorbehandlung b:

Für die Messung des Widerstandes im Innern (siehe § 13) werden die fertigen Versuchsstücke (ohne eingesetzte Stöpsel) 24 h lang in Luft von 80 % relativer Feuchtigkeit bei Raumtemperatur (15 bis 25 °) gelagert.

Vorbehandlung c:

Für die Prüfungen nach § 12 ist der Preßspan bei 90 ° mit mehrmaligem Luftwechsel zu trocknen. Die Trocknungsdauer beträgt 1 h für je 0,1 mm Dicke, jedoch mindestens 6 h. Der Trockenschrank ist von 40 ° an so langsam zu erwärmen, daß die Temperatur von 90 ° nach etwa 1 h erreicht wird. Die Anwärmezeit ist in der Trocknungsdauer einbegriffen.

Vorbehandlung d:

Für die elektrische Prüfung in Öl (siehe § 12) sind die Versuchsstücke nach Vorbehandlung c in Transformatorenöl, das den Anforderungen in VDE 0370 entspricht, bei 105 ° zu lagern. Hierbei soll das Verhältnis der Gewichte von Öl und Preßspan mindestens 30 : 1 sein. Die Dauer der Lagerung in Öl beträgt 1 h für je 0,1 mm Dicke, jedoch mindestens 6 h. Eine Anwärmezeit ist nicht vorgesehen.

Vorbehandlung e:

Das Vorfalzen für die Prüfungen nach §§ 10 und 12 erfolgt in der Weise, daß die Probestücke nach Vorbehandlung a in der Mitte ihrer Länge über einem Stück gleicher Dicke zusammengebogen und mit einer von Hand kräftig aufgedrückten Walze überwalzt, dann nach der entgegengesetzten Richtung gebogen und abermals gefalzt werden. Hierauf ist das Probestück wieder zu strecken.

B. Mechanische Prüfung.

§ 10.

Zugfestigkeit.

Die Zugfestigkeit ist in kg/cm² anzugeben.

Erforderlich sind mindestens je 5 Streifen von 15 mm × 250 mm aus der Längs- und Querrichtung.

Der Versuch erfolgt nach Vorbehandlung e.

Die freie Länge zwischen den Einspannbacken beträgt 180 mm.

Die Zugfestigkeit darf bei einer der 10 Einzelmessungen unterhalb der Werte in Tafel I liegen.

Tafel I.

Mindestwerte der Zugfestigkeit in kg/cm².

1	2	3	4	5	6	7
Dicke Nennmaß mm	Tafelpreßspan		Edelpreßspan		Rollenpreßspan	
	längs	quer	längs	quer	längs	quer
0,1 ··· 0,5	360	180	450	250	400	200
0,6 ··· 1,0	300	150	400	200	—	—
1,1 ··· 2	260	130	340	170	—	—
2,1 ··· 5	200	100	280	140	—	—

§ 11.

Falzzahl.

Die Falzzahl (Doppelfalzungen) wird im Falzgerät bei einer Federbelastung von 1,3 kg festgestellt.

Erforderlich sind mindestens je 5 Streifen von 15 mm × 140 mm aus zwei zueinander senkrechten Richtungen der Probetafel. Probestreifen von mehr als 1 mm Dicke können im Falzgerät nicht geprüft werden.

Der Versuch erfolgt nach Vorbehandlung a. Da sich die Falzprüfungen über längere Zeit erstrecken, ist darauf zu achten, daß der Feuchtigkeitsgehalt des Probestreifens entsprechend 65 % Luftfeuchtigkeit während der Prüfdauer erhalten bleibt.

Die Falzzahl darf bei einer der 10 Einzelmessungen unterhalb der Werte in Tafel II liegen.

Tafel II.

Mindestwerte der Falzzahl.

1	2	3	4
Dicke Nennmaß mm	Tafelpreßspan	Edelpreßspan	Rollenpreßspan
0,1	—	—	500
0,15	500	750	750
0,2	700	1000	1000
0,25	900	1250	1250
0,3	1100	1500	1500
0,4	1400	2000	2000
0,5	1800	2500	2500
0,6	2100	3000	—
0,7	2500	3500	—
0,8	2800	4000	—
1,0	3500	5000	—

C. Elektrische Prüfung.

§ 12.

Durchschlagspannung.

Der Effektivwert der Durchschlagspannung ist in Kilovolt, die Dicke des Probestückes in Millimetern anzugeben.

Erforderlich ist mindestens ein ebenes, quadratisches Probestück von 300 mm Kantenlänge (bei Tafeln von mehr als 3 mm Dicke sind größere Abmessungen zu wählen).

Die Prüfung wird nach Vorbehandlung c oder e und c in Luft bei Raumtemperatur (15 bis 25 °) oder bei Tafelpreßspan auch nach Vorbehandlung c und d in Öl nach VDE 0370 bei 90 ° ausgeführt. Die Durchschlagspannung wird mit Wechselstrom von 50 Per/s ermittelt zwischen einer plattenförmigen Elektrode von 50 mm Durchmesser, deren Rand mit einem Halbmesser von 2,5 mm gerundet ist und einer ebenen Platte von mindestens 150 mm × 150 mm. Die Elektrode wird mit einem Gesamtdruck von mindestens 2 kg auf das Probestück aufgesetzt. Die Steigerung der Spannung beginnt bei Null und beträgt höchstens 1 kV/s. Sie erfolgt kontinuierlich oder in Stufen, die aber nicht größer als 5 % des zu erwartenden Endwertes sein dürfen.

Die Durchschlagspannung darf bei keiner von wenigstens 5 verschiedenen Messungen an dem gleichen Probestück unterhalb der Werte in Tafel III liegen.

Tafel III.

Mindestwerte der Durchschlagspannung.

1	2	3	4	5	6	7	8
Dicke Nennmaß mm	Tafelpreßspan			Edelpreßspan		Rollenpreßspan	
	in Luft Vorb. c	in Luft Vorb. e u. c	in Oel Vorb. c u. d	in Luft Vorb. c	in Luft Vorb. e u. c	in Luft Vorb. c	in Luft Vorb. e u. c
0,1	—	—	—	—	—	1,0	0,5
0,15	1,5	0,75	8	1,6	0,8	1,5	0,75
0,2	2,0	1,0	10	2,3	1,1	2,1	1,1
0,25	2,5	1,3	12	3,0	1,5	2,7	1,4
0,3	3,0	1,5	15	3,5	1,8	3,3	1,7
0,4	4,0	2,0	19	4,7	2,4	4,7	2,4
0,5	5,0	2,5	23	6,6	3,3	6,6	3,3
0,6	6,0	3,0	26	8,0	4,0	8,0	4,0
0,7	7,0	3,5	29	9,0	4,5	9,0	4,5
0,8	8,0	4,0	32	10	5,0	10	5,0
1,0	10	5,0	37	13	6,5	13	6,5
1,5	15	—	48	19,5	—	—	—
2,0	18	—	56	23	—	—	—
2,5	22,5	—	—	29	—	—	—
3,0	27	—	—	35	—	—	—
3,5	30	—	—	39	—	—	—
4,0	33	—	—	43	—	—	—
4,5	36	—	—	47	—	—	—
5,0	40	—	—	52	—	—	—

§ 13.

Widerstand im Innern (Stöpselverfahren).

Der Widerstand im Innern ist in MΩ anzugeben.

Erforderlich sind mindestens je 5 Probestreifen von 15 mm × 140 mm aus zwei zueinander senkrechten Richtungen der Probetafel.

Der Widerstand im Innern parallel zu den Schichten ist nach Vorbehandlung b mit 110 V Gleichspannung zu messen. Als Elektroden dienen 2 metallene Kegelstifte (Meßbrückenstöpsel) gemäß Normblatt DIN 1 mit einem Durchmesser d = 5 mm, die mit einem Mittenabstand von

Digitized by Google

15 mm stramm passend in 2 kegelig aufgeriebene durchgehende Bohrungen einzusetzen sind. Das Aufreiben der Bohrungen erfolgt mittels einer Kegelreibahle 5 DIN 9. Der Widerstand ist 20 s nach Anlegen der Spannung zu messen. Im übrigen ist bei der Messung nach Abschnitt B 1 von VDE 0302/1924 „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe“ zu verfahren.

Der Widerstand im Innern darf bei keiner der 10 Einzelmessungen den Wert von 10 MΩ unterschreiten.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Nachtrag

zum Bericht[1]) über die ordentliche Sitzung am 27. XI. 1934 in der Techn. Hochschule Berlin.

Besprechung des Vortrags[2])

des Herrn Dr.-Ing. Fritz Lehner über das Thema:

„Technische Probleme der großstädtischen Verkehrsbedienung“.

Vorsitz: Herr Oberingenieur Dr.-Ing. E. h. Tretti n.

Herr Dr. **Töfflinger:** Die Meinung, daß bei den Straßenbahnen wie überhaupt beim Nahverkehr für den Bahnelektrotechniker verhältnismäßig wenig zu tun sei, ist merkwürdigerweise weit verbreitet, sogar in Fachkreisen. Es ist deshalb zu begrüßen, daß Herr Dr. LEHNER eine Fülle von Aufgaben geschildert hat, die uns der Nahverkehr stellt. Wenn der Vortragende auch nur kurz auf die Lösungen eingehen konnte, so werden Sie doch alle gesehen haben, wie eifrig auf diesem Gebiete gearbeitet wird.

Der Vortragende ging auch auf das Gebiet der Nutzbremsung ein und erwähnte, daß gerade hier bereits ein gewisser Abschluß erreicht worden ist. Ich darf daran erinnern, daß vor einem Jahr Herr Dr. MONATH über dieses Thema einen Vortrag hielt, und daß dabei einige kleine Meinungsverschiedenheiten ausgekämpft wurden. Ich selbst hatte eine Schaltung vertreten, die auch der Vortragende heute kurz erläutert hat und die dadurch gekennzeichnet ist, daß eine besondere Erregerstromquelle vorhanden ist, die in bestimmter Weise mit der Erregerwicklung zusammengeschaltet wird. Es ist nun interessant, daß diese[3]) Schaltung bereits ein halbes Jahr später in den AEG-Mitteilungen für die praktische Anwendung empfohlen wurde. Der Aufsatz enthielt vielleicht einige kleine Irrtümer bezüglich der Entwicklung und Urheberschaft der Schaltung; aber das tut hier nichts zur Sache. Jedenfalls ist die Feststellung interessant, daß innerhalb eines halben Jahres Meinungsverschiedenheiten dadurch ihr Ende finden, daß alle beteiligten Kreise zu dem gleichen Entwicklungsabschluß kommen. Das ist im allgemeinen das beste Zeichen dafür, daß eine Entwicklung als beendet angesehen werden kann.

Ich hoffe, daß es gelingen wird, auch die anderen Aufgaben, die uns der Vortragende geschildert hat, bald zu einer befriedigenden Lösung zu bringen. Unsere Arbeit wird aber damit nicht beendet sein, denn die Weiterentwicklung der Verkehrsverhältnisse wird uns immer wieder vor neue Aufgaben stellen.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1234.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 673.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Betrifft: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Der Elektrotechniker Paul Richter, Köln, ist vom Landgericht Köln wegen Vergehens gegen § 14 des Gesetzes zum Schutze der Warenbezeichnungen zu einer Gefängnisstrafe von 1 Monat verurteilt worden, weil er Sicherungen und Abzweigdosen mit dem VDE-Zeichen versehen und verkauft hat, obgleich die erforderliche Prüfung durch den Verband Deutscher Elektrotechniker nicht erfolgt war.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

[3]) den SSW geschützte.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Nordsachsen, Leipzig. 15. VI. (Sa) 13 h: Ausflug zur Talsperre in Kriebstein, Besichtigung der Talsperre, des Elt-Werkes und der Station der Marine-SA. (Auch für Damen.) Abfahrt im Autobus Leipzig, Fleischerplatz.

VDE, Gau Württemberg, Stuttgart. 15. VI. (Sa): Besichtigung des Großrundfunksenders Mühlacker. Abfahrt 14 h 30 m vor dem Gebäude der Reichspostdirektion, Lautenschlagerstr. 17.

Reichsverband der Deutschen Wasserwirtschaft, Berlin (gemeinsam mit dem Württ.-Hohenz. Wasserwirtschaftsverband, Stuttgart, und dem Südwestdt. Kanalverein für Rhein, Donau u. Neckar, Stuttgart). 1. bis 4. VII. (Mo bis Do): Wasserwirtschaftstagung in Stuttgart. Mit 5 Vorträgen am 2. VII. im gr. Saal des Stadtgartens, Stuttgart, Kanzleistr. Nr. 50 und Besichtigungen am 3. u. 4. VII. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle: Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. Nr. 50.

Internationaler Verein der Straßenbahnen, Kleinbahnen und der öffentlichen Kraftfahrunternehmen, Brüssel. 8. VII. (Mo) bis 12. VII. (Fr): Fünfzig-Jahr-Feier der Gründung des Internationalen Vereins (1885—1935) in Brüssel. Anmeldungen sind zu richten an das Generalsekretariat des Vereins: 18, Avenue de la Toison d'Or, Brüssel.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Denzinger †.

Am 14. Mai d. J. starb im Alter von 64 Jahren der Direktor des Bezirksverbandes Neckar-Enz-Werke, Oberbaurat Ernst Denzinger. Wir werden in einem besonderen Nachruf auf die Verdienste des Verstorbenen zurückkommen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Kurze Elektrizitätslehre für Funker und Fernsprecher. Von Rittmeister Mügge. 2., neubearb. Aufl. Mit 37 Abb. i. Text u. 52 S. in 8°. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1935. Preis geh. 1,25 RM.

Die zweite Auflage will, wie die vorhergehende, nicht eine erschöpfende Darstellung vom Wesen der Elektrizität geben, sondern sie bringt, in oft sehr gedrängter Kürze, die Grundlagen der elektrischen Fernmeldetechnik, um so die notwendigsten Kenntnisse für die Nachrichtensoldaten und ihre Lehrer zu vermitteln. Das Büchlein ist auf den neuesten Stand der Entwicklung gebracht worden und enthält Richtlinien für die behelfsmäßige Prüfung der Nachrichtengeräte. A. Krämer.

Digitized by Google

WIRTSCHAFTSTATISTISCHE MITTEILUNGEN ÜBER DIE ELEKTROINDUSTRIE.

Stand der Eisenbahnelektrisierung in Deutschland[1]. — Nach dem Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für 1934 waren am 1. I. 1935 2071 km oder 3,9 % des Gesamtnetzes elektrisiert und weitere rd. 200 km noch im Bau. Die Fortschritte gegenüber dem Vorjahre erstrecken sich wieder hauptsächlich auf die Fernbahnen (Zahlentafel 1), wobei die im Mai d. J. in Betrieb genommene Strecke Augsburg—Nürnberg noch nicht eingerechnet ist. Aus Zahlentafel 2 ergeben sich die Betriebsleistungen der elektrischen Zugförderung; mit 55 209 zurückgelegten Nutzkilometer nehmen die elektrischen Lokomotiven und Triebwagen 8,07 % der gesamten Betriebsleistung ein. Entsprechend den Fortschritten des elektrischen Zugbetriebes nahm auch der Bestand an elektrischen Lokomotiven und Triebwagen während des Berichtsjahres weiter zu (Zahlentafel 3).

Zahlentafel 1. Elektrisierte Eisenbahnstrecken.

Stand am 1. I. des Jahres	Fernbahnen km	Stadt- und Vorortbahnen km	insgesamt km	in % des Gesamtnetzes
1924	580	36	616	1,0
1929	1290	225	1515	2,8
1932	1330	268	1598	3,0
1934	1593	300	1893	3,5
1935	1731	340	2071	3,9

Zahlentafel 2. Betriebsleistungen (Nutzkilometer) der elektrischen Fahrzeuge.

Jahr	elektrische Lokomotiven		elektrische Triebwagen		insgesamt	
	1000 km	in % der Gesamtlokomotiven	1000 km	in % der Gesamtlokomotiven	1000 km	in % der Gesamtlokomotiven
1926	10 279	1,78	6 077	1,05	16 356	2,83
1929	15 504	2,25	27 897	4,04	43 401	6,29
1932	15 280	2,47	30 639	4,95	45 919	7,42
1933	17 632	2,79	32 662	5,16	50 294	7,95
1934	21 004	3,07	34 205	5,00	55 209	8,07

Zahlentafel 3. Bestand an elektrischen Fahrzeugen.

Jahresende	Lokomotiven		Anzahl der Triebwagen		
	Anzahl	in % der Gesamtzahl	insgesamt	davon für Oberleitung oder Stromschiene	davon sonstige Triebwagen
1926	301	1,2	553	343	210
1929	388	1,6	1151	889	262
1932	400	1,9	1255	968	287
1933	440	2,1	1334	1011	323
1934	461	2,2	1384	1014	370

Beschäftigung der deutschen Elektroindustrie im 1. Vierteljahr 1935. — Im Durchschnitt des 1. Vierteljahres 1935 waren in der Elektroindustrie rd. 68 % der verfügbaren Arbeiterplätze besetzt (Zahlentafel 1). Das bedeutet gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres eine Vermehrung der Beschäftigung um 22 %, die noch unterstrichen wird durch eine erhöhte Ausnutzung der Arbeiterstundenkapazität und ein Ansteigen der durchschnittlich je Arbeiter geleisteten Arbeitszeit. Der Beschäftigungsgrad liegt damit zwar etwas unter dem im bisherigen Konjunkturverlauf erreichten Höchststand des Herbstes 1934 (71 %, s. ETZ 56 (1935) S. 416), es muß jedoch berücksichtigt werden, daß die konjunkturelle Entwicklung der Elektroindustrie im ersten Vierteljahr regelmäßig durch Saisonabschwächungen beeinflußt wird, und ferner, daß sich mit erweiterter Wirtschaftstätigkeit die Anstiegstendenzen allmählich verflachen.

Zahlentafel 1. Beschäftigung[2]) der deutschen Elektroindustrie im 1. Vierteljahr 1935.

Monat	Zahl der beschäftigten Arbeiter in % der Arbeiterplatzkapazität		Zahl der beschäftigten Angestellten in % der Angestelltenplatzkapazität		Zahl der geleisteten Arbeiterstunden in % der Arbeiterstundenkapazität		durchschnittliche tägliche Arbeitszeit je Arbeiter h	
	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935
I	55,0	*67,7*	61,8	*74,7*	48,8	*62,7*	7,06	*7,42*
II	55,2	*68,0*	62,5	*75,7*	49,1	*63,5*	7,09	*7,48*
III	56,4	*68,1*	63,2	*76,4*	49,9	*63,9*	7,08	*7,50*
V. J.-D.	**55,5**	**67,9**	**62,5**	**75,6**	**49,3**	**63,4**	**7,08**	**7,47**

[1]) S. a. ETZ 56 (1935) H. 18, S. 516.
[2]) Nach der Industrieberichterstattung des Statistischen Reichsamtes.

Die Radio Corporation of America. — Diese konnte 1934 erstmalig seit 1931 wieder einen Reingewinn erzielen in Höhe von 4,2 Mill $ (Zahlentafel 1). Nach Abzug des für die Vorzugsaktien Klasse A erforderlichen Betrages verblieben für die Vorzugsaktien Klasse B 3,27 $ je Aktie. Da für diese aber jährlich 5 $ benötigt werden und sich außerdem durch die Aussetzung der Dividendenzahlungen seit 1931 ein Rückstand von 12,47 Mill $ oder 16,25 $ je Aktie ergeben hat, der ohne Gefährdung des laufenden Geschäftsganges nicht aus den flüssigen Mitteln getilgt werden kann, bilden diese Dividendenrückstände immer noch das finanzielle Problem des Konzerns. Wie im Geschäftsbericht ausgeführt wird, ist jedoch ein Kapitalumbau nicht in Aussicht genommen.

Zahlentafel 1. Radio Corporation of America (einschl. Konzerngesellschaften).

Jahr	Aktienkapital[1])		Anlagen	Beteiligungen[3])	Roheinnahmen	Reingewinn (+) Reinverlust (—)
	Vorzugsaktien	Stammaktien[2])				
	in 1000 $[4])					
1929	36 983	15 679	57 467	33 033	182 138	+ 15 893
1931	41 211	26 261	44 243	26 761	102 645	+ 769
1933	41 211	26 261	40 446	37 303	62 333	— 582
1934	41 211	26 261	39 326	30 995[5])	78 757	+ 4 249

[1]) Begebenes Aktienkapital.
[2]) Nennwertlos.
[3]) Einschl. Vorschüsse an Konzerngesellschaften.
[4]) Aus Gründen der Bilanzkorrektheit konnte eine Umrechnung in RM nicht vorgenommen werden.
[5]) Von der Gesamtabnahme um 1,31 Mill $ entfallen auf die verminderte Beteiligung an der Radio-Keith-Orpheum Corporation allein 1,26 Mill $.

Über die verschiedenen Arbeitsgebiete der nunmehr selbständigen Holding-Gesellschaft (General Electric und Westinghouse mußten bekanntlich ihre Beteiligungen an der RCA abstoßen) wird folgendes berichtet: Die beiden Fabrikationsgesellschaften RCA Viktor Co. (Rundfunkgeräte, Sprechmaschinen, Schallplatten, Tonfilmapparaturen, Forschungsarbeiten) und RCA Radiotron Co. (Herstellung und Vertrieb von Radioröhren) wurden zum 1. I. 1935 zusammengeschlossen zur RCA Manufacturing Co. Beim Rundfunk wurde der Weiterentwicklung von Allstromgeräten besondere Aufmerksamkeit geschenkt und auf dem Gebiet des Tonfilms wurde der erste Aufnahme- und Wiedergabeapparat für Amateure herausgebracht. Im Rundfunksendebetrieb, der in Händen der National Broadcasting Co. liegt, wurde der Nachrichtendienst beschleunigt durch ein Abkommen mit verschiedenen Pressenachrichtenbüros. Neu eingeführt wurde ein Nachrichtenfunk zwischen wichtigen amerikanischen Städten. Im internationalen drahtlosen Verkehr ist die Zahl der Funklinien auf 57 angewachsen, die die V. S. Amerika mit 47 Ländern verbinden. In der sogenannten Unterhaltungsindustrie werden die Interessen der RCA wahrgenommen für Filmherstellung, -verleih und -vorführung durch die Radio-Keith-Orpheum Corp. (Beteiligung 48,9 % der Stammaktien), die mit einem Verlust von 875 000 $ abschließt (4,4 Mill $ i. V.). Der Electric & Musical Industries Ltd., die sich in Großbritannien neuerdings an der Entwicklung des Fernsehens beteiligt, obliegt hauptsächlich Herstellung und Vertrieb von Rundfunkgeräten, Sprechmaschinen, Schallplatten und dergl. in England und 19 anderen Ländern. Über den Stand des Fernsehens berichtet die Gesellschaft, daß ihre Entwicklungsarbeit zwar weitere technische Fortschritte gebracht hat, daß aber in den V. S. Amerika durch die große Fläche und die geringe Reichweite der Sender dem Fernsehen besondere Schwierigkeiten entgegenstehen (Kosten!), um deren Behebung sich die Gesellschaft augenblicklich bemüht.

Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955 56

Abschluß des Heftes: 5. Juni 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 20. Juni 1935** **Heft 25**

Elektrotechnik im Hafen.

Von O. **Wundram**, Hamburg.

Übersicht. In der neuzeitlichen Hafenausrüstung spielt die Elektrotechnik eine große Rolle. Es wird ein Allgemeinüberblick über Stromversorgung und Stromverbraucher in einem großen Hafen gegeben. Unter den Kraftverbrauchern ist elektrotechnisch besonders anregend die Entwicklung der Antriebe und Steuerungen von Hafenumschlagsgeräten, Schleusen und beweglichen Brücken. Auch die Hafenbeleuchtungsanlagen werden kurz behandelt.

Die 37. Mitgliederversammlung des VDE in Hamburg wird den Teilnehmern Gelegenheit geben, einen großen Hafen zu besichtigen. Die im Plan der Veranstaltungen vorgesehene Hafenrundfahrt ist nicht nur als eine Unterhaltung anzusehen, dem aufmerksam beobachtenden Fachmann zeigt sie auch, daß Anlage und Betrieb eines so großen Umschlaghafens — Hamburg ist nach New York und London der größte Welthafen — ohne Elektrotechnik nicht möglich ist. Kraftversorgung, Antrieb und Steuerung der so verschiedenartigen mechanischen Hafenausrüstung, Beleuchtung, Fernmeldewesen sind heute ohne Elektrizität nicht zu denken. Die uns in einem neuzeitlichen Hafen geläufigen Umschlagsleistungen sind mit der Entwicklung der Elektrotechnik gestiegen, und anderseits hat der Hafen- und Verkehrswasserbau manche besondere Entwicklung in der Elektrotechnik hervorgerufen. Es erscheint daher anregend, Umfang und Wesen der Elektrotechnik in einem Hafen darzustellen. Wenn der Verfasser sich dabei meist auf Anlagen und Erfahrungen im Hamburger Hafen bezieht, so liegt das nicht eigentlich daran, daß ihm dieser Hafen am vertrautesten ist, sondern weil man mit Fug und Recht annehmen kann, daß dieser Hafen mit der anerkannt umfangreichsten mechanischen und elektrischen Ausstattung das beste Anwendungsbeispiel für die Elektrotechnik darstellt.

Häfen sind gute K r a f t v e r b r a u c h e r, wenn auch ihr ureigentlicher Zweck, nämlich der Güterumschlag, nicht dabei an erster Stelle steht. Das, was sonst noch das Getriebe eines großen Hafens mit ausmacht, ist die mit Schiffahrt und Überseehandel verbundene Industrie mit ihren Werften, Ausrüstungs-, Veredelungs- und Instandsetzungsbetrieben. Hier wird das Vielfache von dem an Energie benötigt, was das Umschlagsgeschäft verbraucht. Eine zuverlässige, wohlfeile Kraftversorgung ist daher einer der wirtschaftlichen Grundpfeiler für den Betrieb eines großen Hafens. Billige Naturkräfte stehen meist nicht zur Verfügung: Wasserkräfte nicht, weil die Häfen durchweg im flachen Niederungsgebiet liegen und die Ausnutzung der Gezeiten (ebenso wie die des Windes) noch nicht wirtschaftlich reif ist. Dagegen liegt die Beschaffung der hauptsächlichen Energieträger Kohle und Treiböl verhältnismäßig günstig für einen Hafen wegen der billigen Wasserfrachten. Dampf- und Dieselkraftwerke sind daher auch die üblichen Kraftquellen für den Hafen und seine Industrien. Für den Umschlagshafen selbst spielte die Frage nach dem geeigneten Übertragungsmittel früher eine gewisse Rolle (Kraftübertragung mittels Dampf- oder Druckwasserleitungen), sie ist heute bei den weit ausgedehnten Hafenanlagen restlos zugunsten der Stromversorgung gelöst worden. Daß noch selten hier und dort kleinere, in sich geschlossene Hafenteile mit Druckwasser betrieben werden (besonders in Belgien und England), gilt nur für ältere Anlagen, denen seinerzeit nichts Gleichwertiges an Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit in elektrischer Ausführung gegenübergestellt werden konnte. Die überall anerkannten Vorteile der elektrischen Kraftübertragung gelten auch für den Hafen, besonders die stete Betriebsbereitschaft und die fast unbegrenzte Regelbarkeit, die für die Entwicklung

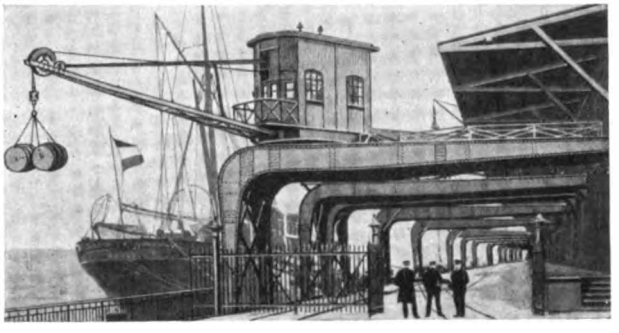


Abb. 1. Ältester elektrischer Kalkran in Hamburg (1891).

der leistungsfähigen Umschlagsgeräte maßgebend ist. Darüber wird weiter unten noch einiges zu sagen sein. Ob ein Hafen und seine Industrie sich aus eigenen Kraftwerken oder durch Fremdstrom versorgen, ist eine Frage der Wirtschaftlichkeit und Betriebsicherheit. Sind große allgemeine Stromversorgungsunternehmen in der Nähe, so werden immer die wirtschaftlichen und technischen Bedingungen erfüllt sein, um den Hafen dort anzuschließen; der große Hamburger Hafen wird jetzt ausschließlich von den Hamburger Elektrizitätswerken mit Strom versorgt, während dazu früher verschiedene besondere Hafenkraftwerke dienten. Das Stromverteilungsnetz in einem Hafen ist oft gezwungen, Hafenbecken, Stromläufe oder sonstige Wasserstraßen zu kreuzen. Kann es sich hierbei nicht der Unterbringung in Unterwassertunneln oder an festen Brücken bedienen, so kommt die Verlegung als Unterwasserkabel in Frage. Für die heutige Elektrotechnik stellt das keine schwierige Aufgabe mehr dar, immerhin verlangt ein großer Hafen mit seinem starken Verkehr und der Möglichkeit, die Kabel durch schleppende Anker u. ä. zu gefährden, besondere Maßnahmen für die Kabelverlegung. Dieselben Überlegungen gelten natürlich auch für Fernsprech- und sonstige Fernmeldekabel. Die bei Binnenwasserstraßen und -häfen öfter vorgenommene Überquerung mittels hochgespannter Freileitungen kommt bei Seehäfen und ihren seeseitigen Wasserstraßen wegen der für die höchsten Mastspitzen der Schiffe freizuhaltenden Höhe und der meist auch bedeutenderen Breite dieser Wasserflächen praktisch nicht in Frage. Daß bei Häfen mit feuchtem Klima, besonders wenn sie den Seewinden

Digitized by Google

ausgesetzt sind, die gesamte elektrische Installation wirksam gegen diese Beanspruchung geschützt werden muß, ist klar.

Während die Energieversorgung und -verteilung im Hafen keine besonders bemerkenswerten Züge gegenüber der sonstigen Elektrotechnik aufweist, trifft dies um so mehr bei den Stromverbrauchern zu, und zwar bei dem eigentlichen Zweck des Hafens, dem Verkehr und dem Umschlagsgeschäft. Bei der Hafenindustrie, soweit sie unmittelbar mit dem Überseehandel zusammenhängt, sind keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den elektrischen Einrichtungen ähnlicher Industrien festzustellen, sie können hier füglich unbesprochen bleiben. Nur was dabei an besonderen Umschlagsgeräten und Verkehrsanlagen eine Rolle spielt, soll im folgenden mitbehandelt werden. Zu den Stromverbrauchern im Hafen gehören nicht nur die maschinellen Einrichtungen, sondern auch die Beleuchtungsanlagen, die ebenfalls in den Häfen eine besondere Betrachtung verdienen.

Unter den mechanischen Hafenanlagen sind als wichtigste Vertreter die Umschlagsgeräte aufzuführen. Dazu gehören in erster Linie die Hebezeuge, wie Kräne, Verladebrücken, Becherwerke, Stapelgeräte u. ä. Der Hamburger Hafen besitzt an solchen elektrisch betriebenen Hebezeugen etwa 1750 Stück. Weiter sind für den Umschlagsvorgang nötig Flurfördergeräte, Förderbänder, Elektrokarren; hydraulische und pneumatische Förderanlagen werden gebraucht zum Löschen und Laden von Rohöl und seinen Erzeugnissen, von Getreide und sonstigen Schüttgütern; Eisenbahnwagenkipper dienen dem Kohlenumschlag auf Binnen- und Seeschiffe usw. Größtenteils sind diese Umschlagsgeräte fest oder beweglich auf dem Lande angeordnet, ein kleinerer Teil muß auf dem Wasser schwimmend seine Dienste verrichten. Soweit die Anlagen gleichförmig und dauernd arbeiten, wie Förderbänder, Becherwerke, Pumpen u. ä., bieten sie anderen elektrischen Antrieben gegenüber keine Besonderheiten. Sind sie aber aussetzend und stark wechselnd belastet, wie es im allgemeinen bei den Hebezeugen und Kränen (u. a. auch bei Aufzügen, Kohlenkippern, Speicherwinden, Verladebrücken aller Art) der Fall ist, so treten für den planenden und ausführenden Elektrotechniker sofort einige wichtige Fragen auf, so z. B. nach der am besten geeigneten Stromart, nach Art und Bemessung der Antriebsmotoren, nach der leistungsfähigen und betriebsicheren Steuerung. Es wäre reizvoll, an dieser Stelle der Entwicklung der Kranantriebe und -steuerungen nachzugehen, angefangen vom menschlichen (Tretrad, Handkurbel, Zugseil) und tierischen Antrieb (Göpel) über den Einzeldampfantrieb, über die gemeinsame Dampf- oder Druckwasserversorgung bis zu den neuzeitlichen elektrischen Schellhubschaltungen, aber der Platzmangel in einem nur kurze Übersicht bietenden Aufsatz verlangt Beschränkung. Die Nachteile früherer Betriebsarten, wie geringe Leistungsfähigkeit, Unbequemlichkeit und Mangel an steter Betriebsbereitschaft bei den Einzeldampfantrieben, Energieverluste und Betriebsunsicherheit der langen Leitungen bei zentraler Dampf- oder Druckwasserversorgung, waren schon vor der Jahrhundertwende Anlaß, die mächtig aufstrebende Elektrotechnik auf die Verwendungsfähigkeit für Hafenkräne zu prüfen. Meines Wissens hat als erste die seinerzeitige Hamburger Hafenbauverwaltung bereits 1891 mit zwei elektrischen Kaidrehkränen Versuche vorgenommen (Abb. 1).

Der eine dieser am Petersenkai aufgestellten Portalkräne war von der Gutehoffnungshütte gebaut und von der AEG elektrisch ausgerüstet, der andere Kran stammte vom Eisenwerk (vorm. Nagel u. Kaemp) AG. und hatte eine elektrische Einrichtung von S & H. Grundsätzlich wurde zwar schon damals die Betriebsmöglichkeit elektrischer Kräne erwiesen, doch war die Betriebsart — durchlaufende Nebenschlußelektromotoren, von denen mittels mechanischer Kupplungen die Hub- und Drehbewegungen abgeleitet wurden — noch nicht reif, um den Ansprüchen eines großen Hafens zu genügen. Es mußten noch einige Jahre vergehen, bis nach Entwicklung des Hauptstrommotors als des „geborenen" Hebezeugantriebes und der Kontrollerschaltungen (Reihen- und Nebenschlußschaltungen von Widerständen, Feld- und Ankerwicklungen) sowie der Bremsung mittels des Ankerstromes oder gesonderter Haltemagnete völlige Gewähr für Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit der elektrischen Kräne von den Lieferfirmen übernommen werden konnte. Seit 1898 sind im Hamburger Hafen ausschließlich elektrische Kaikräne, und zwar in vielhundertfacher Ausführung, beschafft worden (Abb. 2 und 3). Seit der Jahrhundertwende ist dann der elektrische Antrieb für die Hafenkräne unaufhaltsam vorangeschritten; bis auf einige seltene hydraulische Antriebe und freizügige Kräne (wie Eisenbahn-Gleiskräne

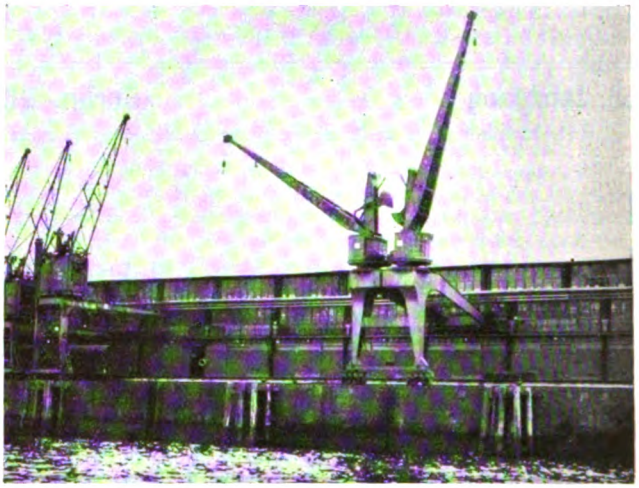


Abb. 2. Doppelwippkran.

oder schwimmende Hebezeuge), denen Strom nicht zugeführt werden kann, gibt es wohl überall in Häfen nur elektrische Kräne. Daß übrigens jene freizügigen Kräne neben neuzeitlichen unmittelbaren Dampf- oder Dieselantrieben sich ebenso oft der elektrischen Zwischenübertragung und -steuerung bedienen, sei nur nebenbei bemerkt.

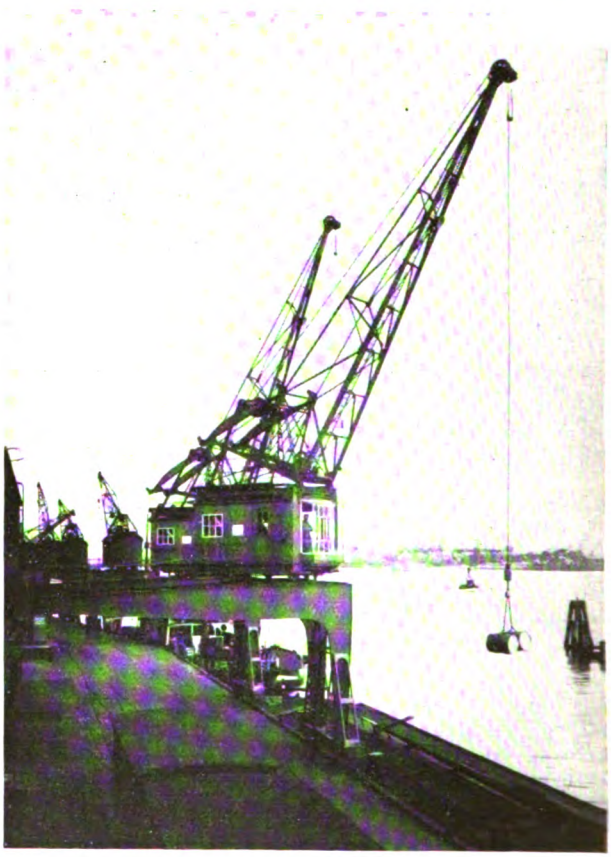


Abb. 3. Doppelkräne.

Die Entwicklung der elektrischen Kranantriebe und Steuerungen ist nicht immer glatt und widerspruchslos verlaufen. Über die besser geeignete Stromart, ob Gleichstrom, Drehstrom oder Einphasenstrom, über den vorteilhafteren Motor, ob reiner Reihenschlußmotor oder Ver-

Digitized by Google

bundschaltungen, ob Drehstrom-Asynchronmotor, ob Einphasen- oder Drehstromkommutatormotor, ob doppelpolumschaltbarer Kranmotor oder anderes, sind in Fachkreisen im Schrifttum und bei Vorträgen lebhafte Erörterungen gepflogen worden, und noch heute wird über solche Fragen in der engeren Fachwelt gestritten[1]). Ob sich für die richtige Wahl der Strom- und Motorenart (der Hamburger Hafen ist dem Gleichstromhebezeug treu geblieben), für die geeigneten Arbeitsgeschwindigkeiten und Steuerungen in allen Fällen einfache Richtlinien werden finden lassen, erscheint zweifelhaft. Es muß als Vorteil der Elektrotechnik gewertet werden, wenn bei der Vielseitigkeit der Ansprüche im Hafenumschlag auf verschiedenen Wegen der Aufgabenlösung zugestrebt werden kann, dabei sollten m. E. Betriebsicherheit und Einfachheit in Antrieb und Steuerung an erster Stelle stehen. Es darf in der allerneusten Entwicklung der Hebezeugsteuerungen nicht übersehen werden, daß die bisherige Leistungssteigerung der Kräne hinsichtlich der Arbeitsgeschwindigkeit und der Stufenlosigkeit für kürzeste Beschleunigung und Verzögerung mit ihren Feinheiten zu einer gewissen Unübersichtlichkeit und Verteuerung der elektrischen Steuerungen geführt hat, so daß für das Hebezeug-Lieferwerk, das ja nur an der rein mechanischen Ausrüstung beteiligt ist, der Anreiz entsteht, nun auch die Steuerung (Regelung der Geschwindigkeit und des Drehsinnes) rein mechanisch zu gestalten. Solche mechanischen Hebezeugsteuerungen sind in Anlehnung an die Fahrzeugsteuerungen schon von namhaften Kranfirmen entwickelt und ausgeführt worden. Der Wettbewerb zwischen Maschinenbau und Elektrotechnik sollte zu einer Gemeinschaftsarbeit beider Industrien führen, wie er z. B. neuerdings mit Erfolg bei der Anwendung elektrohydraulisch gesteuerter sich selbst regelnder Bremsen beschritten wurde.

Unter den Hafenumschlagsgeräten stellt ein neuzeitlicher Stückgutkran mit seiner stark wechselnden Belastung und Geschwindigkeit wohl die größten Anforderungen an die elektrische Steuerung. Bei einer üblichen Tragkraft bis zu 3 und 4 t soll in kürzester Zeit auf 1 bis 1,5 m/s Geschwindigkeit beschleunigt und in ebenso kurzer Zeit von der höchsten Geschwindigkeit auf Stillstand verzögert werden, für den leeren Haken sollen 2- bis 3fache Geschwindigkeiten erzielt werden. Die volle Last muß aus der Schwebe ohne Absinken sofort angehoben werden können, nötigenfalls muß sie mit schleichender Geschwindigkeit abgesetzt werden; daß alle Schaltungen trotz größter Eile stoßfrei und betriebsicher ausgeführt werden können, ist eine selbstverständliche Bedingung, ebenso daß das Hebezeug mit hängender Last bei ausbleibendem Strom sich und das Umschlagsgut nicht gefährdet. Höchster Wirkungsgrad und womöglich Stromrücklieferung bei durchziehender Last werden oft gefordert. Solcher und ähnlicher Art sind die Anforderungen an einen leistungsfähigen Stückgut-Umschlagkran; daß man dabei mit einfachen Hinter- und Nebeneinanderschaltungen von Widerständen, Feld- und Ankerwicklungen nicht mehr auskommt, ist erklärlich. Stromwächter und sonstige Relais, selbstregelnde und Dämpfungshilfsmaschinen, Leonard-Steuerumformer u. a. m. werden benötigt, so daß manchmal ein verwickeltes Schaltbild entsteht. Verhältnismäßig einfacher sind die Steuerungen der Greiferhebezeuge, da Last- und Geschwindigkeitsschwankungen in engeren Grenzen liegen, zumal wenn die Bewegungsgruppen (Heben und Senken, Schließen und Öffnen) des Greifers mechanisch von einem Motor bedient werden. Will man allerdings, was eleganter ist, beide Gruppen durch je einen Motor steuern, so wird die Schaltung etwas umfangreicher. Neuere Bestrebungen gehen darauf aus, die Greifersteuerungen zu vereinfachen, indem man den Schließ- und Öffnungsvorgang durch einen unmittelbar am Greifer eingebauten Elektromotor betätigen läßt.

Die bisherigen Betrachtungen der elektrischen Ausrüstung von Hafenhebezeugen (Kaidrehkränen, Verladebrücken u. ä.) bezogen sich nur auf den Hubvorgang; fügt man noch hinzu, daß jedes Hebezeug mindestens noch eine Drehbewegung, meist aber noch ein oder zwei Fahrbewegungen und eine Bewegung für das Einziehen des Auslegers oder sonstige Zwecke enthält und daß u. U. eine Leonard-Hubschaltung allein bis zu fünf elektrische Maschinen bedingt und daß ferner bei einem diesel- oder dampfelektrischen Schwimmkran noch eine Stromerzeugungsanlage hinzukommt, so kann man schon ermessen, welchen Umfang und welche Bedeutung die Elektrotechnik in der Hafenumschlagstechnik annehmen kann.

Es ist natürlich unmöglich, an dieser Stelle die vielen Arten von Schaltungen, Steuerungen, Motoren, Schalt- und Sicherheitsgeräten, Brems- und Hubmagneten und sonstigen Zubehörteilen für elektrische Kranausrüstungen aufzuzählen, es kann nur auf das in Frage kommende Schrifttum verwiesen werden, wozu auch in erster Linie die ETZ gehört. Eine gewisse Ordnung in Begriffe und Ausführungsmöglichkeiten hat auch der vom VDE eingesetzte Ausschuß für aussetzende Betriebe gebracht.

Abb. 4. Elektrokarren im Umschlagverkehr.

Ein bemerkenswerter Entwicklungsschritt im Kranwindenbau (übrigens auch bei anderen Fördergeräten, Schiffswinden u. ä.) ist das Bestreben, Elektromotor, Kupplung, Zahnrädervorgelege, Bremsen statt der bisherigen getrennten und nicht immer gekapselten Bauweise jetzt aus Gründen der Platz- und Gewichtsersparnis eng zusammengeschachtelt in einem Block unterzubringen. Daß bei dieser Blockbauweise der Elektromotor, der dabei meist mit allem Zubehör innerhalb der Windentrommel, ähnlich wie bei Elektroflaschenzügen, angeordnet wird, eine Sonderausführung erhalten muß, ist wohl erklärlich.

Da die meisten Umschlaggeräte am Kai (Drehkräne, Verladebrücken, Elevatoren u. ä.) beweglich sein müssen, um sich der Lage der Schiffsluken besser anpassen zu können, muß die Stromzuleitung dementsprechend ausgebildet sein. Große Anschlußdosen im Kaiflur oder an der Gebäudewand sind in der Anwendung zurückgetreten hinter der bequemeren Zuleitung durch Schleifleitungen in gesicherter Anordnung. Ganz freizügige Fördergeräte wie Schuppenkräne, Stapelgeräte, Elektrokarren, Elektroschlepper müssen mit elektrischen Sammlern betrieben werden, sofern man aus Feuersicherheitsgründen — und das ist in den meisten europäischen Häfen der Fall — auf den Antrieb durch Verbrennungsmotoren verzichtet. Der Hamburger Hafen verfügt über fast 200 solcher Geräte (Abb. 4), für die natürlich auch Großladestationen verschiedener Art nötig sind.

Aus dem Hafenumschlagverkehr nicht fortzudenken, obwohl nicht unter die landläufigen Kaiumschlagsgeräte zu rechnen, sind die Hubwinden für die vielstöckigen Lagerspeicher und für die Frachtschiffe. Auch hier hat die Elektrotechnik in Antrieb und Steuerung gegen die früher üblichen Betriebsarten mit Druckwasser oder Dampf stark an Raum und Bedeutung gewonnen, auch hier ist eine ähnliche Entwicklung wie bei den Kränen zu verfolgen: vom durchlaufenden Nebenschlußmotor mit mechanisch anzukuppelnder Hubwinde über den Hauptstrommotor mit Kontrollerschaltung zu anspruchsvolleren Schaltungen (Leonard-Steuerung, Zu- und Gegenschal-

[1]) Siehe u. a. Veröffentlichungen des Ausschusses für Hafenumschlaggeräte im Jahrbuch 1932/33 der Hafenbautechnischen Gesellschaft, Bd. 13, S. 57 bis 116.

Digitized by Google

tung); in letzter Zeit scheint auch hier das Bestreben nach Blockbauweise und mechanischer Steuerung Fortschritte zu machen.

Ein weiteres großes Gebiet, das nächst den mechanischen Umschlagsanlagen in einem Hafen der Elektrotechnik ein großes Betätigungsfeld bietet, sind die maschinell betriebenen Verkehrsanlagen, wie Schleusen, bewegliche Brücken u. ä. Zwar sind diese Anlagen nicht nur allein in den Häfen zu finden, sondern im ganzen Gebiet des Verkehrswasserbaus, denn es gibt keine kanalisierte Wasserstraße, die nicht Schleusen enthielte, und keine Wasserstraße mit Verkehr großer Schiffe, die nicht bewegliche Brücken in Form von Hub-, Dreh- oder Klappbrücken besäße. Schleusen sind in Häfen überall dort nötig, wo die Wasserstandsunterschiede der einzelnen Gezeiten sich störend auswirken oder wo sonst bei kleineren Unterschieden die Strömung abgesperrt

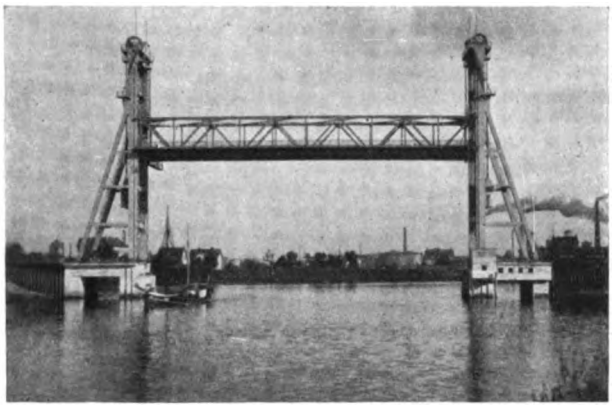


Abb. 5. Die Rethe-Hubbrücke (1934).

werden soll. In allen Fällen müssen bei diesen Dock- und Sperrschleusen die Tore, meistens Schiebe-, seltener Stemmtore, maschinell und zur Förderung des Verkehrs schnell, betriebsicher und übersichtlich gesteuert werden können. Für Antriebs- und Steuerungszwecke hat sich auch hier in den Häfen schon seit Jahrzehnten die Elektrizität als das technisch Vollkommenste erwiesen. Der Umfang solcher elektrischer Anlagen erstreckt sich von der einfachen einmotorigen Fahrschaltung für die Tore eines Schleusenhauptes bis zu den Schleusenanlagen, in denen jeder Torflügel eines Hauptes von 2 Motoren angetrieben wird, wo die Wasserumläufe durch zahlreiche motorisch gesteuerte Schieber oder Schützen betätigt werden, wo in den riesigen Schleusentoren die Ballast- und Lenzkammern durch Elektromotorpumpen gefüllt bzw. geleert werden müssen. Kommt noch hinzu, daß eine Straße oder Eisenbahn die Schleuse kreuzt, was besonders in den Häfen der Fall ist, so müssen diese Verkehrswege bei Schleusungen aus dem Durchgangsprofil der Schleuse bewegt werden, natürlich elektrisch und unter gegenseitig abhängiger Sicherung gegen Verkehrsunfälle. Viele große Schleusen haben außerdem noch Verholwinden oder Spille zum sicheren Hineinbugsieren der großen Schiffe. Fast alle dieser elektrischen Antriebe müssen gegen Überlastung, Überschreitung der Bewegung, Fehlschaltung in gegenseitiger Abhängigkeit gesichert sein, wozu entsprechende Signale für Schiffahrt, Eisenbahn und Straßenverkehr und selbstverständlich eine ausreichende Beleuchtungsanlage gehören. Für den Fall des Stromversagens müssen Ersatzstromquellen mit den entsprechenden Schaltungen vorgesehen werden. Die restlose Erfüllung all dieser Forderungen stellt eine ansehnliche Leistung der Elektrotechnik dar. Die Antriebsteuerung großer Schleusentore geschieht am besten durch Leonard-Umformer. Beispiele für ganz einfache elektrische Schleusenausrüstungen bieten die zahlreichen Sperrschleusen im Hamburger Hafen (12 bis 20 m breit, 65 bis 120 m lang, bei 2,5 bis 3,5 m Wassertiefe), während die neueste der ganz großen Hafenschleusen (St. Nazaire an der Loire) mit 50 m Breite, 350 m Länge und 13 m Wassertiefe 21 Elektromotoren mit zusammen 720 kW Anschlußwert und umfangreiche Schaltanlagen aufweist.

Ähnliche Anforderungen an die Elektrotechnik im Hafen stellen die beweglichen Brücken (z. B. Klapp- und Hubbrücken in den Häfen von Antwerpen, Rotterdam, Groß-Hamburg, Abb. 5). Auch hier müssen unter vollkommenster gegenseitiger Sicherung des Land- und Wasserverkehrs riesige Massen stoßfrei und in jeder Lage beherrschbar bewegt werden können. Verriegelung der Brücke und des Landverkehrs müssen unverwechselbar durch optische und akustische Signale gewährleistet werden, in der zentralen Schaltanlage muß jede Bewegung sicher gemeldet und vermerkt werden. Es muß für Ersatzstromquellen, für den unbedingten Gleichlauf beider Enden einer Hubbrücke (elektrische Welle), für Sonderschaltungen der Leonard-Steuerung usw. gesorgt werden. Alles Aufgaben, die selbstverständlich nur durch die Elektrotechnik gelöst werden können, wie durch sie auch nur die neuzeitlichen Gebilde der beweglichen Hafenbrücken erst möglich wurden. Die verhältnismäßig einfacheren Gebilde von Drehbrücken, die früher bevorzugt wurden, werden heute durchweg elektrisch betrieben. Sind in einem Hafen Schwebefähren oder Tunnel zur Freihaltung des Seeschiffsverkehrs nötig, so sind ihre mechanischen Antriebe selbstverständlich nur elektrisch betrieben. Der Elbetunnel im Hamburger Hafen besitzt mit seinen 12 Aufzügen von je 2500, 6000 und 10 000 kg Tragkraft eine elektrische Kraftanlage von 26 Motoren mit zusammen 700 kW, die Aufzugsteuerungen gehören zu den interessantesten ihrer Art; ein eigenes Kraft- und Umformerwerk von 640 kW Leistung sorgt für den Betriebsstrom.

Die Aufzählung aller für den Hafenbetrieb notwendigen elektrischen Kraftanlagen könnte weiter fortgesetzt werden, wenn man noch alle in einzelnen Häfen vorkommenden Sonderanlagen erfassen würde, es mag aber hiermit sein Bewenden haben, indem noch kurz darauf hingewiesen wird, daß auch die meisten für den Bau und die Unterhaltung eines Hafens notwendigen Bau- und Werkzeugmaschinen elektrisch angetrieben werden.

Es ist selbstverständlich, daß ein Hafen als die Stätte regen Verkehrs und rastloser Arbeit auch einer guten Beleuchtung bedarf. Die verschiedenen Lichterfordernisse in ihm haben der elektrischen Beleuchtung wie überall den Vorzug gegeben. Die Beleuchtungsanlagen der Straßen, Eisenbahnanlagen, Industriewerke bieten in einem Hafen durchweg nichts vom üblichen Abweichendes, so daß sie hier übergangen werden können. Jedoch findet der Beleuchtungstechniker besondere Aufgaben darin, den Güterumschlag zwischen Seeschiff, Binnenschiff, Eisenbahn und Fuhrwerk auch in der Dunkelheit sicher zu gestalten, ebenfalls muß er dafür sorgen, daß der Personenverkehr (Fahrgäste, Schiffsbesatzung, Hafenarbeiter) zwischen Schiff und Landestelle sich gefahrlos abwickelt. Die Wasserfahrzeuge selbst müssen durch eigene wie auch landfeste Lichter in der Lage sein, den Hafen sicher aufzufinden und zu passieren, um sich an ihre Liegeplätze zu begeben. Die gleichmäßige Beleuchtung der meist sehr weiträumigen Umschlagschuppen ist eine oft vorkommende Aufgabe. Manche Häfen verlangen für Sonderzwecke besondere Beleuchtungsanlagen, z. B. optische Signale für Zeit-, Wetter- und Wasserstandsangaben, für Zollüberwachung u. a. m. Die gute Teil- und Schaltbarkeit des elektrischen Lichtes, seine größtmögliche Feuersicherheit (besonders wichtig in einem Hafen!), die Möglichkeit, schwimmende Anlagen (der Hamburger Hafen besitzt deren über 200) bequem durch eine bewegliche, betriebsichere Leitung mit Licht zu versorgen, haben fast restlos in den Häfen die elektrische Beleuchtung eingeführt. Zwei Bedingungen sind bei ihr gegenüber sonstigen Lichtanlagen zu erfüllen: sie muß mit ihren Leitungen und Beleuchtungskörpern eingestellt sein auf die klimatischen Verhältnisse des Hafens, besonders wenn Windstärken und Feuchtigkeitsgehalt der Luft außergewöhnlich sind; in Seehäfen sind manche im Binnenland ausreichende Anlagen nicht zu gebrauchen. Sodann darf keine Lichtquelle blendende Strahlen auf die Wasserstraße werfen, in dieser Beziehung ist die Schiffsführung von See- und Binnenschiffen äußerst empfindlich. Für die dicht am Wasser stehenden Beleuchtungsanlagen (z. B. für Kräne, Kaistraßen, Landungsanlagen u. ä.) ist daher der Tiefstrahler die geeignete Leuchte, mindestens muß zum Wasser hin besonders abgeblendet werden.

Der Umschlag zwischen Schiff und Land findet durchweg mit fahrbaren Hebezeugen (Kaikränen, Verladebrücken u. ä.) statt, eine künstliche Beleuchtung durch Lichter an hohen Masten würde nicht ohne Behinderung

Digitized by Google

des Umschlages wirken können, die Beleuchtungskörper müssen daher an den Hebezeugen, und zwar, um jeden Arbeitsvorgang richtig zu erfassen, sowohl an den beweglichen wie festen Teilen derselben angebracht werden. Je nach Höhe sind hier 250- bis 1000 W-Lampen erforderlich. Die künstliche Beleuchtung der Güterumschlagschuppen, in denen das Umschlagsgut verteilt, gestapelt, besichtigt, gewogen, u. U. verzollt, umgepackt oder irgendwie sonst bearbeitet werden soll, verlangt Lichtstärken, die mindestens das schnelle Erkennen der an den Frachtstücken angebrachten Marken ermöglichen, im Höchstfalle jedoch auch noch feinere Unterschiede der Art und Güte der Waren festzustellen gestatten; die Beleuchtungsstärken schwanken demnach zwischen 1 und 10 Lux. Im Hamburger Hafen sind 86 Kaischuppen mit 625 000 m² Fläche zu beleuchten, langjährige Erfahrungen erwiesen als beste Beleuchtung die gleichmäßige Verteilung normaler Lichtstärken (25 bis 60 W). Anregende Beleuchtungsaufgaben finden sich auch bei den Landungsanlagen in einem Hafen: sicher und unverkennbar muß die Wasserkante beleuchtet sein, ohne auf das Fahrwasser hinaus zu blenden; Leuchte und Lampe müssen, da die Landungsanlage, besonders wenn sie schwimmend ist, stets den Stößen der anlegenden Schiffe ausgesetzt ist, stoßfest sein und eine betriebsichere Zuleitung haben. Hier hat der Hamburger Hafen mit seinen 400 Landeanlagen von der einfachen Wassertreppe bis zu den 400 m langen weltberühmten St.-Pauli-Landungsbrücken ein großes Erfahrungsgebiet: mit verschwindenden Ausnahmen kommt für solche Zwecke nur die elektrische Beleuchtung in Frage. Es ließe sich noch manches über die Arbeitsbeleuchtung in einem Hafen sagen, was hier aus Platzmangel unterbleiben muß, doch soll zum wenigsten noch kurz die für die Schiffahrt richtungweisende und signalgebende Beleuchtung angeführt werden. Ebenso wie die Schiffe durch eine gesetzlich vorgeschriebene Lichterführung ihre Lage und Bewegung erkennen lassen müssen, soll auch das Fahrwasser im Hafen so gekennzeichnet sein, daß keine Havarie entsteht, d. h. alle in das Fahrwasser hineinragenden Hindernisse, Hafen- und Schleuseneinfahrten u. ä. müssen durch besondere Lichter gekennzeichnet sein, vornehmlich in einem Seehafen. Die Lichtersetzung (Befeuerung) an den Seezugangstraßen der Häfen geht in ihrer nautischen und lichttechnischen Bedeutung weit über den Rahmen dieses Aufsatzes hinaus. Wir beschränken uns auf die einfacheren Verhältnisse in einem Hafen. An vielen Stellen (Brückendurchfahrten, Schleuseneinfahrten) genügen einfache Positionslaternen in den vorgeschriebenen Farben, an wichtigeren Punkten nimmt man stärkere Lichtquellen mit entwickelterem optischem System. In den Häfen ist der stets anzutreffende elektrische Strom in zunehmendem Maße Lichterzeuger für die Hafenfeuer, außer den bekannten Vorteilen der elektrischen Beleuchtung kommt hinzu, daß die elektrische Glühlampe mit hohem Glanz hergestellt werden kann und daß bei unterbrochenem Licht die elektromotorische Steuerung bequem und betriebsicher ist. Daß bei den sonstigen Signallampen (für Zeit-, Wetter-, Wasserstand- u. ä. Angaben) die ferngesteuerte elektrische Lampe am besten ihren Zweck erfüllt, ist selbstverständlich.

Daß übrigens für alle besonderen Fernmeldezwecke in einem Hafen, wie Schiffsmeldungen, Feueralarm, Wasserstandsübertragungen (Fernpegel), Luftschutzwarnanlagen, Zeitsignale u. ä., die Elektrotechnik ausschließlich in Anspruch genommen wird, sei nur nebenbei bemerkt.

Elektrizität an Bord.

Von Direktor **Berthold Bleicken**, Hamburg.

Übersicht. Die Entwicklung der Elektrizität an Bord wird kurz geschildert und ein Bild von dem heutigen Stand der vielfachen Anwendungsmöglichkeiten gegeben.

Vor wenigen Jahrzehnten diente die Elektrizität an Bord lediglich für die Lichtversorgung als Ersatz für die Petroleumbeleuchtung. Kleine, einzylindrige Kolbendampfmaschinen dienten als Antrieb. Die Schwierigkeit lag hauptsächlich darin, die Dampfmaschinen als zuverlässige Schnelläufer auszubilden, um für den Generator brauchbare Abmessungen zu erhalten. Es wurden gute Typen entwickelt, die noch heute allen Anforderungen genügen, wenn die Leistungen nicht zu groß werden. Bei den großen Fahrgastschiffen braucht man aber heute 2000 bis 3000 kW, so daß selbst bei Aufteilung in 4 Einheiten Einzelleistungen von 600 bis 700 kW erforderlich werden. Hier reicht die Kolbendampfmaschine nicht mehr aus, die für Schiffszwecke bis zu Leistungen von 60 kW ausgebildet wurde, während bei den größeren Leistungen die Dampfturbinen gewählt werden (Abb. 1). Für die Kolbenmaschinen kann als Vorzug angeführt werden, daß der Abdampfdruck keine große Rolle spielt, so daß auch im Hafen, wo kein Vakuum im Kondensator vorhanden ist, die erforderliche Leistung ohne allzu große Steigerung des Dampfverbrauches erreicht werden kann. Die Dampfturbine verlangt dagegen ein möglichst hohes Vakuum, wodurch wiederum der spezifische Dampfverbrauch günstig wird. Der geringe Platzbedarf, das niedrige Gewicht und der Preis sind bei den Turbinen erhebliche Vorzüge. Auch ihre gute Regelfähigkeit und Schnelläufigkeit lassen sie als Antriebsmaschine für Generatoren besonders geeignet erscheinen. Bei kleineren Anlagen verlangt die Turbine sogar höhere Drehzahlen, als sie für den Generator gebräuchlich sind. Man geht mit den Drehzahlen des Generators nicht gern über 3000 U/min hinaus, während die kleineren Turbinen mit 14 000 bis 18 000 U/min laufen. Wenn auch noch keine langjährigen Betriebserfahrungen mit den hierfür nötigen schnellaufenden Getrieben vorliegen, so liegt kein Grund vor anzunehmen, daß diese sich nicht bewähren sollen, da solche Getriebe bei anderen Gelegenheiten genügend erprobt sind.

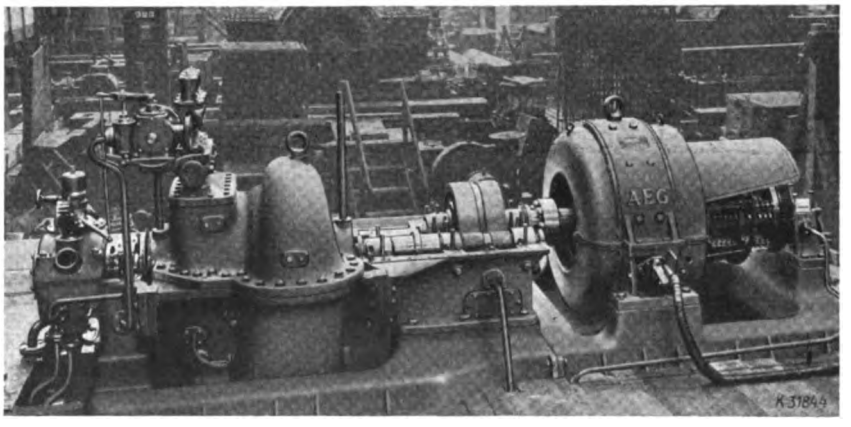


Abb. 1. 675 kW-Gleichstrom-Turbogenerator auf dem Prüfstand.

In Wettbewerb zur Dampfturbine trat mit der Entwicklung der Motorschiffe der Dieselmotor. Die größeren Anschaffungskosten des Dieselmotors werden aufgewogen durch die geringeren Brennstoffkosten. Läßt es sich doch bei Benutzung der Dieseldynamos (Abb. 2) bei den heutigen Weltmarktpreisen ermöglichen, den Preis für Brenn-

Digitized by Google

stoff und Schmieröl auf 0,7 Pf/kWh und darunter zu ermäßigen, während man selbst bei hochwertigen Turbodynamos und großer Leistung hierfür mindestens 1,2 Pf/kWh rechnen muß. Hierbei ist ein Dampfverbrauch von 7,5 kg/kWh zugrunde gelegt, was für derartige Hilfsturbinen als außergewöhnlich niedrig zu bezeichnen ist.

Diese Entwicklung der Dampf- und Dieseldynamos führte dazu, die vielerlei Pumpen und Hilfsmaschinen an Bord immer mehr durch Elektromotoren antreiben zu lassen. Die Beibehaltung der Kolbenpumpe konnte nur in seltenen Fällen aufrechterhalten werden. Statt dessen traten die umlaufenden Pumpen an ihre Stelle, die sich praktisch für alle Zwecke als brauchbar erwiesen haben (Abb. 3). Auch für Lenzzwecke konnte durch geeignete Maßnahmen eine Saughöhe bis 9 m WS mit Sicherheit erzielt werden. Wenn auch der Wirkungsgrad der Kolbenpumpen nicht von den umlaufenden Pumpen erreicht werden konnte, so ist der Gesamtwirkungsgrad von Antriebsmotor und Pumpe wesentlich günstiger beim elektrischen Antrieb als beim Dampfantrieb. So erklärt es sich, daß, selbst wenn für die Hauptmaschinen noch Dampfmaschinen benutzt werden, für die Hilfsmaschinen immer mehr elektrischer Antrieb bevorzugt wird. Die Vorwärmung des Speisewassers durch den Abdampf der Hilfsmaschinen, die gern als Grund für die Beibehaltung der Dampfhilfsmaschinen angeführt wird, läßt sich in den meisten Fällen besser und wirtschaftlicher durch Anzapfdampf aus den Hauptmaschinen ermöglichen.

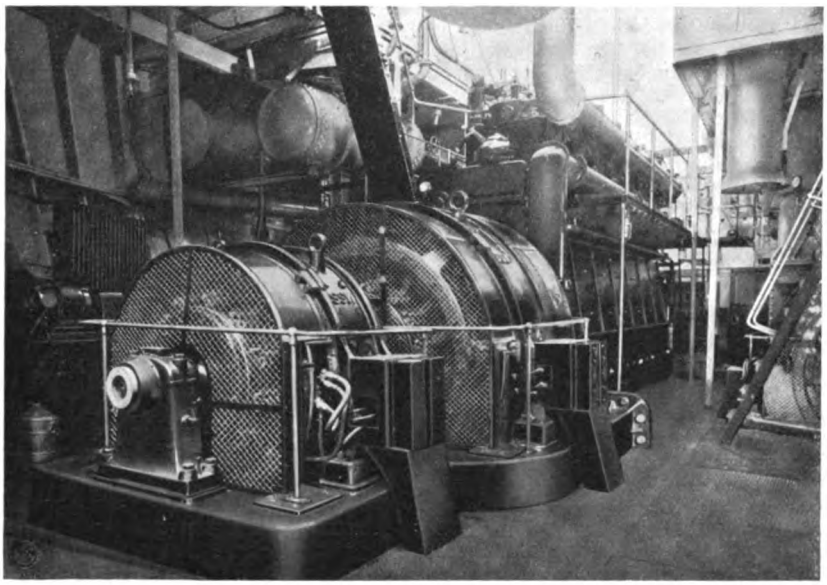


Abb. 2. Dieselgeneratorensatz 520 + 175 kW.

Es ist verständlich, daß bei der schnellen Einführung des elektrischen Antriebes für die Hilfsmaschinen auch Erfahrungen gesammelt werden mußten. Bei Motorschiffen z. B. trat anfänglich eine starke Verschmutzung der Motoren auf, da die Luft im Maschinenraum stark ölhaltig war. Man hat daher die wichtigen Motoren, die die ganze Reise dauernd laufen müssen, an besondere Kanäle angeschlossen, welche frische Luft von Deck ansaugen. Inzwischen hat man auch gelernt, die Luft im Maschinenraum zu verbessern; einmal durch bessere künstliche Lüftung, aber vor allem durch bessere Kapselung der Dieselmotoren.

Die vielen Einzelanlasser für die Motoren der Hilfsmaschinen, die sehr platzraubend und auch teuer sind, werden neuerdings durch Mehrfachanlasser ersetzt. Der Nachteil, daß man nicht zwei Maschinen gleichzeitig ansetzen kann, fällt praktisch nicht ins Gewicht, da bei dem wenigen Personal an Bord doch stets die einzelnen Pumpen und Hilfsmaschinen nacheinander in Betrieb genommen werden.

An Bord wird fast ausschließlich Gleichstrom benutzt. Anfangs war die normale Spannung 110 V, die auch heute noch bei vielen Schiffen beibehalten ist. Drehstrom wendet man nur in besonderen Fällen an, da die Kabelverlegung an Bord schwierig ist und bei dem weitverzweigten Leitungsnetz die Verluste zu groß werden. Bei den neueren Schiffen ist aber die Spannung für Kraft- wie für Lichtzwecke auf 220 V erhöht. Bei den Lampen mit Swansockel mußte zu dem Zweck eine kleine Änderung vorgenommen werden, um die Kriechstrecke auf 3 mm zu erhöhen, was sich als ausreichender Schutz erwiesen hat. Die Forderung des Handelsschiff-Normen-Ausschusses, daß alle spannungführenden Teile nur auf einem Stoff befestigt werden dürfen, der nicht verbrennt und sich durch die Erwärmung nicht stark verzieht, ist sehr berechtigt. Als Baustoff hierfür können keramische Massen benutzt werden, was man ganz allgemein vorschreiben sollte.

Bei den Handelsschiffen hat man sich in Deutschland schon frühzeitig dazu entschlossen, das Leitungsnetz einpolig zu verlegen. Der Schiffskörper wird hierbei als Minusleitung benutzt. Das bedeutet eine ganz einschneidende Ersparnis an Geld, Material und Gewicht und erleichterte sehr die schnelle Einführung der elektrischen Energie auf den Schiffen. Die einpoligeVerlegung war aber nur unter großen Schwierigkeiten durchzusetzen, da lange Zeit die Bestimmungen der Klassifikationsbehörden dem entgegenstanden. Besonders das Ausland sträubte sich hiergegen. Erst auf der letzten internationalen Tagung im Haag konnte es erreicht werden, daß die einpolige Verlegung hinsichtlich der Sicherheit, besonders in bezug auf die Brandgefahr, der zweipoligen Verlegung als vollkommen gleichwertig anerkannt wurde. Der deutsche Vertreter auf dieser Tagung, Dr. Goos, hat sich hierbei durch sein energisches Eintreten für den deutschen Standpunkt ein großes Verdienst für die deutsche Schiffahrt erworben. Wir sind auf Grund langjähriger Erfahrungen der Überzeugung, daß gerade vom Sicherheitsstandpunkt die einpolige Verlegung sogar die überlegene ist, da es praktisch unmöglich ist, das weitverzweigte Leitungsnetz an Bord bei zweipoliger Verlegung schlußfrei zu halten. Gerade die sogenannten Kriechströme zwischen den Plus- und Minusleitungen, hervorgerufen durch die salzhaltige Seeluft, sind es, die die Hauptgefahr für das Entstehen eines Brandherdes sind. Heute sind wir so weit, daß nicht nur die Lichtleitungen,

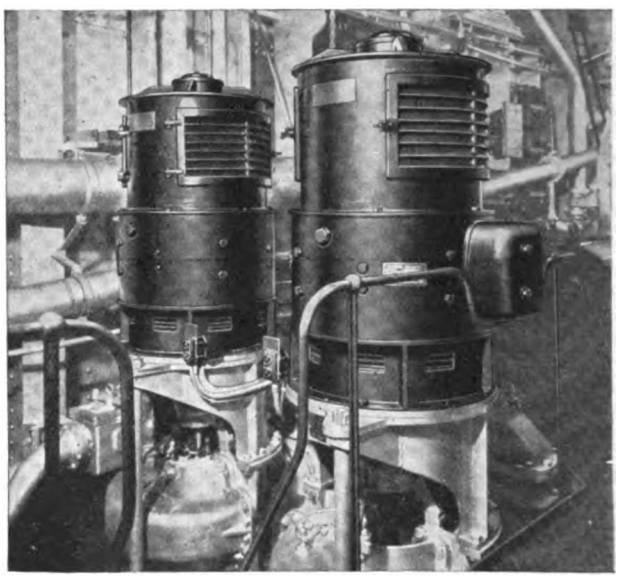


Abb. 3. Senkrechte Pumpensätze

Digitized by Google

sondern auch die umfangreichen Kraftleitungen einpolig verlegt werden. Irgendwelche Nachteile sind nirgends festgestellt. Für die Kabelleitungen finden die drahtumklöppelten Gummibleikabel steigende Verwendung. Für Zweigleitungen werden Gummiaderleitungen genommen.

Eine große Umwälzung ist durch die Verwendung der Elektrizität bei den Hilfsmaschinen auf Deck entstanden. Die elektrischen Winden sind immer mehr vervollkommnet (Abb. 4). Auch heute ist diese Entwicklung noch

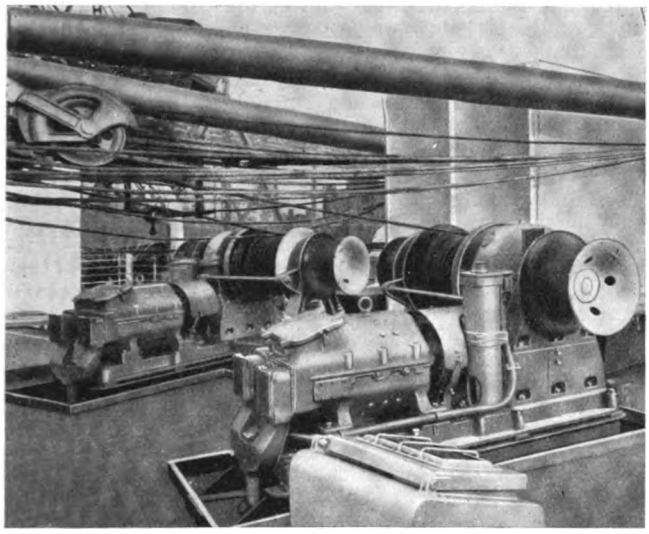


Abb. 4. Elektrisch angetriebene Ladewinden auf Deck.

nicht abgeschlossen. Es war nicht leicht, die alte Dampfwinde hinsichtlich ihrer außerordentlichen Einfachheit und Anpassungsfähigkeit an die stets wechselnden Betriebsverhältnisse zu erreichen, geschweige denn sie zu schlagen. Man kann aber heute sagen, daß alle Bedingungen, die vernünftigerweise gestellt werden können, von der elektrischen Winde erfüllt sind: Die Regelung der Anfangsgeschwindigkeit, der mittleren und Höchstgeschwindigkeit ist auch für den angespanntesten Betrieb ausreichend. Die Betriebskosten der elektrischen Winden sind dagegen unverhältnismäßig geringer als bei den Dampfwinden, zumal durchweg heute die Winden mit Stromrückgewinnung arbeiten. Ferner ist die Frostgefahr, die bei allen Dampfwinden große Schwierigkeiten und Kosten verursachte, nicht vorhanden. Eine weitere Entwicklung führte zur Verwendung von elektrisch angetriebenen Kränen, die 2 Winden ersetzen und besonders bei sperrigem Gut den Bordbetrieb erleichtern.

großer Vorteil, daß die Dampfankerwinde mehr und mehr verdrängt wird.

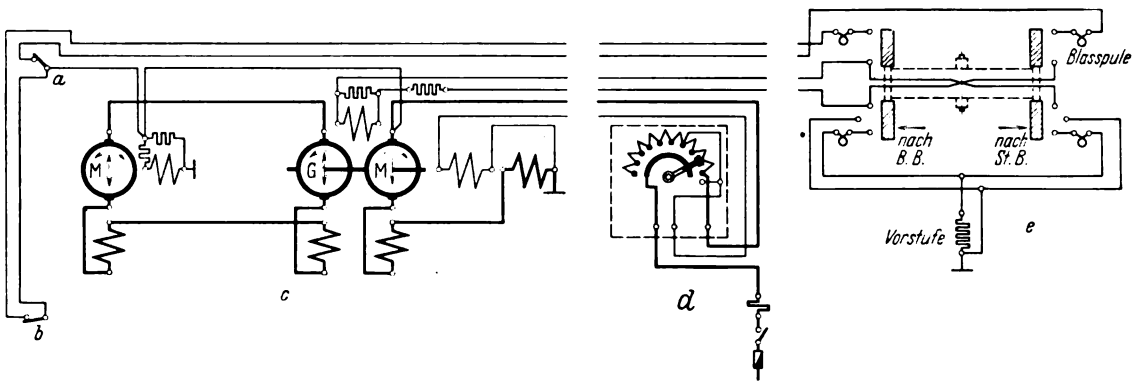
Bei allen Deckhilfsmaschinen ist aber auf die Gefahr von Schwitzwasserbildung zu achten. Besonders in den Tropen, wo am Tage unter der Einwirkung der heißen Sonne eine starke Erwärmung stattfindet und in der Nacht eine entsprechende Abkühlung, muß durch geeignete Maßnahmen dafür gesorgt werden, daß die Schwitzwasserbildung möglichst vermieden wird oder wenigstens das Wasser ablaufen kann.

Bei den Rudermaschinen hat man lange mit der Einführung des elektrischen Antriebs gezögert. Aber auch hier hat sich der Elektromotor fast restlos durchgesetzt (Abb. 5). Erschwert wurde diese Entwicklung freilich dadurch, daß man auch beim elektrischen Antrieb lange Zeit nicht von der Rückdrehvorrichtung abgehen wollte, d. h., daß durch die Drehung des Ruderschaftes selbsttätig der Strom abgeschaltet wurde, wenn man auf der Brücke das Handrad anhielt. Das erfordert bei der elektrischen Rudermaschine ein ungleich verwickelteres Gerät als bei der Dampfrudermaschine, wo dies durch einen einfachen Wechselschieber erreicht werden kann. Heute verzichtet man bei den elektrischen Rudermaschinen vielfach auf diese Rückdrehvorrichtung und arbeitet statt dessen mit einer einfachen Druckknopfsteuerung.

Es hat sich gezeigt, daß die Steurer sich sehr schnell an diese neue Steuerart gewöhnt haben und daß der Kapitän das Schiff mindestens ebensogut in der Gewalt hat wie bei dem alten Verfahren. Der Ruderlageanzeiger auf der Brücke zeigt auch weit genauer die jeweilige Lage des Ruders an als der kleine Zeiger der Axiometerleitung beim Handrad. Der Fortfall der Axiometerleitung oder auch der Telemotorleitung ist ein weiterer Vorteil auch hinsichtlich der Betriebsicherheit.

Ein wichtiges Gebiet sind die Kommandoanlagen an Bord. Diese haben durch die Elektrotechnik eine grundlegende Umwälzung erfahren. Das Telephon verdrängt immer mehr das Sprachrohr, der elektrische Telegraph den mechanischen Telegraphen. An Deck bewähren sich die Brülltelephone auch bei stürmischem Wetter. Die störenden Geräusche im Maschinenraum kann man durch Benutzung von Telephonzellen ausschalten. Aber neuerdings sind auch schon Telephone entwickelt, die selbst bei stärksten Maschinengeräuschen ein gleich gutes Hören ermöglichen wie bei der Benutzung von Telephonzellen.

Für die Dampfpfeifen und Lufttyphone werden schon seit Jahren Geberapparate benutzt, um z. B. bei Nebelfahrten in bestimmten Zeitabständen akustische Signale zu geben. Für Motorschiffe haben sich die elektrischen Heuler als sehr wertvoll erwiesen. Da der Luftverbrauch bei den Typhonen recht erheblich ist, muß bei Nebelfahrt für genügenden Ersatz an Preßluft gesorgt werden. Das



a Endlagerschalter St. B. *b* Endlagerschalter B. B. *c* Rudermaschinenraum mit Rudermaschine und Motorgeneratorsatz
d Hauptschalter *e* Steuerschalter im Steuerhaus

Abb. 5. Schaltbild einer Ruderanlage.

Die Ankerwinden werden heute immer häufiger elektrisch angetrieben, nachdem sie sich auf den Motorschiffen gut bewährt haben. Auch hier sind die dauernde Bereitschaft und die Unabhängigkeit von der Witterung ein so bedeutet eine große Mehrbelastung des Luftverdichters, der meistens nicht überreichlich bemessen ist. Der Kraftbedarf des elektrisch betriebenen Heulers ist dagegen so gering, daß er überhaupt nicht ins Gewicht fällt.

Digitized by Google

Für die Alarmeinrichtungen aller Art kommen bei großen Schiffen praktisch nur elektrische Geräte in Frage. Feueralarm, Schottenalarm, Rauchmeldegeräte werden mittel- oder unmittelbar mit elektrischem Strom betrieben. Das gleiche gilt für die vielen Kontrollanlagen, wie Feuermelder, Fernthermometer, Salzmeßapparate für das Kesselwasser, Umdrehungsanzeiger und viele mehr. Hierzu kann man vielleicht auch die elektrischen Uhren rechnen. Die Entwicklung ist hier auch noch nicht abgeschlossen. Neuerdings finden die Wechselstromuhren häufiger Verwendung. Als Vorteil wird angeführt, daß sie geräuschloser laufen. Auch kann man den Zeitunterschied während eines Tages durch Verkürzung oder Verlängerung der einzelnen Minuten gleichmäßig auf die ganze Zeit verteilen.

Die elektrische Heizung konnte sich auch nur langsam durchsetzen. Bei Motorschiffen versuchte man anfangs durch Ausnutzung der Abgase Dampf oder Heißwasser oder auch Heißluft zu erzeugen, um damit das Schiff zu heizen. Doch geht man heute mehr und mehr zur elektrischen Heizung über. Dabei muß aber bei den einzelnen Heizkörpern dafür gesorgt werden, daß eine unzulässig hohe Temperatur der Heizkörperumkleidung nicht eintreten kann. Erfahrungsgemäß werden die Heizkörper von Fahrgästen und auch von der Besatzung gern dazu benutzt, Kleidungsstücke oder Wäsche zu trocknen. Durch eine Schmelzsicherung oder einen geeigneten Selbstausschalter läßt sich jedoch in einfacher Weise eine Temperatursteigerung von beispielsweise über 100 ° C wirksam verhindern. Es hat sich gezeigt, daß diese Sicherheitsmaßnahme dringend nötig ist.

Aber nicht nur die Raumheizung ist elektrisch, auch die Küchen haben sich dem Zuge der Zeit angeschlossen. Die elektrischen Herde führen sich immer mehr ein, da die Kohlenfeuerung mit ihrem Schmutz und den heißen Rauchabzügen für das Küchenpersonal eine arge Beeinträchtigung ihrer Arbeitskraft darstellt.

Bei den Herden hat man sich bisher an die Formen, die für die Kohlenfeuerung üblich waren, gehalten. Vielleicht wird man aber auch hier in Zukunft die der elektrischen Heizung mehr gemäße Form finden. Erfreulich ist es, daß man sich auf die Heizplattengröße geeinigt hat, die jetzt mit 300 × 300 mm genormt ist.

Die elektrischen Backöfen wurden am ehesten eingeführt. Elektrische Heißwasserkessel, elektrische Brotröster, Grillöfen, kurz alles, was früher durch Dampf, Kohle, Öl oder Holzkohle geheizt wurde, ist auf elektrische Heizung umgestellt.

Vielfach wird heute die Warmwasserbereitung durch elektrisch geheizte Wasserspeicher vorgenommen. Es ist hiermit gegenüber den alten Anlagen eine erhebliche Vereinfachung der Rohrleitung verbunden, da die Heißwasserspeicher an dem Ort des Warmwasserverbrauchs aufgestellt werden können. Aus diesem Grunde scheint es nicht zweifelhaft, daß sich mit der Zeit auch hier die elektrische Heißwasserversorgung mehr und mehr durchsetzen wird.

Bekanntlich ist die elektrische Beleuchtung der erste Schritt bei der Einführung der Elektrizität an Bord gewesen. Auch heute spielt der Lichtstrom eine bedeutende Rolle, da das Lichtbedürfnis sich dauernd steigert. Die früher gebräuchliche 15 W-Lampe wird heute durchweg durch die 25 W-Lampe ersetzt. Man rechnet an Bord allgemein mit 60 W/m², in den Gesellschaftsräumen meistens aber erheblich mehr. Um die Lebensdauer der Lampen, die im allgemeinen eine solche von 1200 bis 2200 h haben, zu erhöhen, hat sich federnde Aufhängung als wirksames Mittel erwiesen.

Als Betriebspannung wird heute allgemein 220 V gewählt, also die gleiche Spannung wie für Kraftstrom. Als Fassungen werden Swanfassungen (Grenze 60 W-Lampen) benutzt. Lampen bis 200 W erhalten Edisonfassungen, darüber werden Goliathfassungen verwendet.

Viele Gebiete sind durch die Elektrizität neu erschlossen, gehören aber jetzt zu den für Schiffe unentbehrlichen Dingen. Ohne drahtlose Telegraphie ist heute ein Seeschiff nicht mehr zu denken. Neuerdings ist der sogenannte „Autoalarm" gesetzlich vorgeschrieben, wodurch SOS-Rufe selbsttätig aufgefangen werden, damit auch die Schiffe, deren Funkstation nicht dauernd besetzt ist, doch sofort auf diesen Ruf aufmerksam gemacht werden.

Die weitere Entwicklung führte dann zur drahtlosen Telephonie, die bisher freilich nur auf größere Fahrgastschiffe beschränkt ist. Der Gemeinschaftsempfang bekommt heute eine immer größere Bedeutung. Tonfilme und Musikübertragung sind neuerdings vielfach eingeführt. Für nautische Zwecke haben die Unterwasserschallanlagen, das Echolot und besonders der Funkpeiler größte Bedeutung. Das gleiche gilt für die Kreiselkompaßanlagen.

Die Entwicklung geht jetzt dahin, auch für die Hauptmaschinen den elektrischen Antrieb zu verwenden. In Deutschland hat zuerst die Hamburg-Amerika-Linie und anschließend dann der Norddeutsche Lloyd sich für die neuen Ostasienschiffe hierzu entschlossen[1]).

Die Verluste infolge der elektrischen Übertragung sind nicht so hoch, wie man früher vermutete. Man verwendet Synchron-Drehstrommotoren, wobei die Gesamtverluste von Generator und Motor etwa 4 bis 5 % betragen. Dafür fallen die Getriebeverluste jedoch fort und ferner die durch die Rückwärtsturbinen bedingten Lüftungsverluste. Ein Unterschied im Gesamtdampfverbrauch zwischen elektrischem Antrieb und Getriebeturbinen besteht nicht, so daß der gleiche Ölverbrauch für beide Antriebe gewährleistet werden kann. Rückwärtsturbinen und Rädergetriebe sind auch deswegen wenig beim Turbinenantrieb erwünscht, da sie die Hauptursache vieler kostspieliger Störungen sind. Auch der geräuschvolle Gang der Getriebe ist bei Fahrgastschiffen oft sehr störend.

Man erhofft vor allem eine höchste Betriebsicherheit, dauernde Betriebsbereitschaft, ruhigen Gang und hohe Wirtschaftlichkeit von der Einführung des turboelektrischen Antriebes der Hauptmaschinen. Es dürfte die Zeit nicht mehr fern sein, daß man auch zum dieselelektrischen Antrieb übergeht. Wenn auch die Baukosten etwas höher werden sollten, so muß doch berücksichtigt werden, daß das Umsteuern der Dieselmotoren fortfällt, das Anfahren stets unbelastet geschehen kann und mehrere Dieselgeneratoren bequem auf einen Schraubenmotor geschaltet werden können. Gerade für Frachtschiffe, die heute Leistungen von 10 000 PS und darüber erfordern, die aber gern als Einschraubenschiff gebaut werden sollen, bietet der dieselelektrische Antrieb eine Möglichkeit, weitestgehenden Forderungen gerecht zu werden. Dieser Antrieb ermöglicht weitgehende Fahrtverminderung bei höchster Wirtschaftlichkeit und dauernder Betriebsbereitschaft. Gerade das letztere ist wichtig. Es bedeutet einen außerordentlichen Gewinn, wenn man jede verfügbare Minute zur Überholung der Motoren ausnutzen kann, was bisher leider nicht möglich ist. Selbst im Hafen muß sehr häufig die Maschine klar bleiben, da vielleicht verholt werden muß, oder weil schlechtes Wetter befürchtet wird, oder aus sonst irgendeinem Grunde. Der dieselelektrische Betrieb scheint in dieser Hinsicht eine geradezu ideale Lösung zu sein, denn dann ist es möglich, schon während der Revierfahrt einen Dieselmotor stillzusetzen und die notwendigen Überholungsarbeiten anzufangen. Auch dann bleibt aber die Maschinenanlage dauernd verwendungsbereit, da in den meisten Fällen doch die Aufteilung in drei Dieselgeneratoren vorgenommen wird. Die Leistung zweier Dieselgeneratoren wird aber für Revierzwecke und zum Verholen im Hafen vollkommen ausreichen. Das letztere ist besonders wichtig, da in ausländischen Häfen sehr häufig verlangt werden muß, daß das Schiff mit eigener Kraft von einem Platz zum anderen verholt.

Wie aus den obigen Ausführungen ersichtlich, ist die Elektrizität an Bord auch heute noch im Vormarsch begriffen. Aber auch die Dampfmaschine ist nicht stehengeblieben und verteidigt zähe die Gebiete, die früher allein durch sie beherrscht wurden. Auch hier wird sich wohl herausstellen, daß sich beide Kraftquellen gegenseitig befruchten und auch nebeneinander in fruchtbringendem Wettbewerb erhalten bleiben können.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 74 u. 573.

Digitized by Google

Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit.

Bericht des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

anläßlich der 37. Mitgliederversammlung in Hamburg

unter Mitarbeit von

F. Banneitz / R. Bingel / F. Born / A. Bürklin / O. Clemens / G. Eger / M. Feuerhahn
F. Gladenbeck / K. Heine / E. Hueter / H. Klewe / M. Kloß / C. Körfer / E. Lübcke
O. Michel / P. Münch / H. Probst / A. Rachel / K. Rißmüller / M. Schenkel / R. Schmidt
I. Sihler / R. Tröger / R. Vieweg / M. Walter / M. Wolff
sowie, für den ersten Teilbericht, der Geschäftsführung der WEI.

1. Die elektrotechnische Industrie.

Ein rascher Aufschwung — Ruhige Weiterentwicklung.

Ein rascher Aufschwung.

Das Jahr 1934 brachte der elektrotechnischen Industrie eine Fortsetzung der im Frühjahr 1933 eingetretenen konjunkturellen Aufwärtsbewegung. Erzeugung und Umsatz haben sich gegenüber dem Krisentief stark erweitert und übertrafen in den meisten Fabrikationszweigen den im Vorjahr erreichten Stand. Im Jahresdurchschnitt wurde etwas mehr als die Hälfte der Produktionskapazität in Anspruch genommen, so daß die Mehrzahl der Unternehmungen auch unter Berücksichtigung des gleichbleibenden Preisstandes die Wirtschaftlichkeitsgrenze wiederum erreicht hat, wenngleich bei einigen anderen die Krisenschäden noch nicht bereinigt sind. Vor allem konnte aber die Elektroindustrie während des vergangenen Jahres durch zahlreiche Neueinstellungen zu der Entlastung des Arbeitsmarktes wirksam beitragen. Mit durchschnittlich 236 000 Beschäftigten waren 63 % der verfügbaren Arbeiterplätze besetzt gegenüber einem Beschäftigungsgrad[1]) von 46 % im Vorjahr und 42 % 1932. Die Erhöhung der durchschnittlichen täglichen Arbeitszeit je Arbeiter von 5,9 auf 7,3 h kennzeichnet ebenfalls die Erweiterung des Arbeitsvolumens und bedeutet für die in der Elektroindustrie beschäftigten Arbeiter nach den Jahren der Kurzarbeit einen wertvollen Einkommenzuwachs. Die steil ansteigende Beschäftigungskurve (Abb. 1) hat im Herbst 1934 ihren bisherigen Höhepunkt erreicht; sie entspricht nach der um die Jahreswende üblichen Saisonabschwächung in den ersten Monaten des laufenden Jahres dem Umfange der Beschäftigung im Jahre 1930. Bei einem Vergleich mit dem Zeitmaß des vorangegangenen Schrumpfungsprozesses und der konjunkturellen Aufwärtsbewegung der ausländischen Elektroindustrie muß diese Steigerung des Beschäftigungsgrades um 73 % in 18 Monaten als ein außerordentlich rascher Aufschwung bezeichnet werden, wenngleich sich die Erzeugung nicht im gleichen Ausmaß vergrößerte.

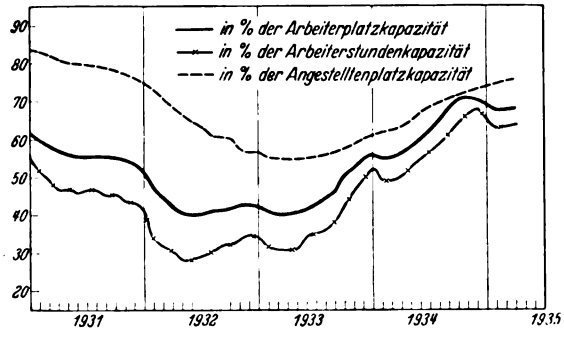


Abb. 1. Beschäftigungsentwicklung in der Elektroindustrie 1931 bis 1935.

Der Binnenmarkt.

Wie aus Abb. 2 ersichtlich, beschränkte sich die Erweiterung des Geschäftsumfangs auf den Binnenmarkt. Dabei erstreckte sich die gesteigerte Nachfrage nach elektrotechnischen Erzeugnissen vornehmlich auf die Investitionsgüter, eine für den ersten Konjunkturanstieg typische Bewegung. Hatte die Zurückstellung jeglicher Erneuerung oder Rationalisierung in der Industrie und die Drosselung der entsprechenden Ausgaben in den Haushalten der öffentlichen Körperschaften die Erzeugung in diesem Fabrikationszweig während der Krise besonders hart mitgenommen, so erfuhr sie nunmehr durch das Zusammenwirken der verschiedenen Auftriebskräfte eine besondere Förderung. Neben den Aufträgen aus unmittelbaren staatlichen Förderungsmaßnahmen regten diese durch mannigfache Vergünstigungen und Zuschüsse mittelbar die Privatinitiative an und führten im Rahmen der von der Industrie vorgenommenen Investitionen zu umfangreichen Bestellungen in elektrischen Maschinen und Geräten. Allerdings handelte es sich dabei mehr um Erneuerungsinvestitionen — z. T. Nachholungsbedarf, z. T.

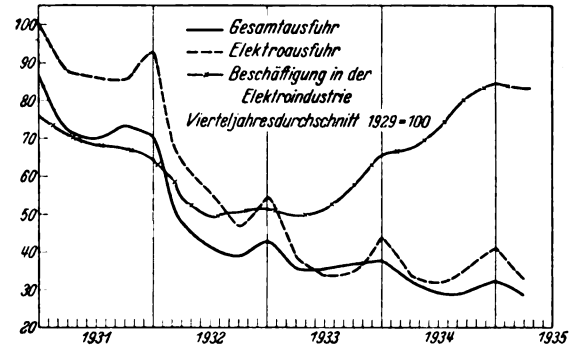


Abb. 2. Vergleich zwischen deutscher Gesamtausfuhr, Elektroausfuhr und Beschäftigung der elektrotechnischen Industrie 1931 bis 1935. (Vierteljahresdurchschnitt 1929 = 100.)

[1]) s. a. ETZ 56 (1935) H. 14, S. 416.

Digitized by Google

laufender Bedarf —, da die vorhandenen Anlagen im allgemeinen zur Bewältigung der laufenden Erzeugung ausreichten. An den zur Erschließung heimischer Rohstoffquellen neu errichteten Produktionsstätten war die Elektroindustrie ebenfalls beteiligt, entsprechend der Bedeutung der elektrischen Arbeit für Verbilligung und Verbesserung des Fertigungsganges. Im Vordergrund der Investitionskonjunktur stand auch die Kabelindustrie, doch ist hier entsprechend dem vielseitigen Fertigungsplan der Kabelwerke die Umsatzentwicklung recht unterschiedlich. Bei Schwachstromkabeln zeigte sich nach den im Jahre 1933 ausschlaggebenden Arbeitsbeschaffungsaufträgen der Reichspost (Automatisierung der Fernsprechämter, Ausbau des Fernkabelnetzes) im abgelaufenen Jahr keine weitere Belebung, während sich bei Starkstromkabeln durch die Bahnelektrisierung und Erschließung bisher vernachlässigter Gebiete die ansteigende Entwicklung 1934 weiter fortsetzte. Ebenso führten bei Freileitungen die wieder begonnenen Neu- und Umbauten von Ortsnetzen wie auch der Ausbau der Rundfunkwirtschaft zu einem befriedigenden Auftragseingang. Dagegen wurde auch die Kabelindustrie betroffen von dem Zurückbleiben des Geschäftes in Großanlagen für die Elektrizitätswirtschaft. Die auf den Bedarf von 1929 abgestellte eingebaute Leistung genügt gegenwärtig noch den Bedarfsanforderungen und außerdem ist bei den der öffentlichen Hand gehörenden Elektrizitätswerken (39 % der eingebauten Leistung im Jahre 1930[2]) auch weiterhin eine starke Zurückhaltung in der Beschaffungspolitik zu beobachten, da offenbar die Entlastung von den Finanzabgaben noch nicht genügend fortgeschritten ist. Die Bestellungen der Elektrizitätswerke beschränkten sich daher hauptsächlich auf kleine und mittlere Erneuerungsarbeiten. Immerhin dürften mit der ständig zunehmenden Elektrizitätserzeugung in absehbarer Zeit auch Erweiterungen der Kapazität notwendig werden. Im elektrischen Bahnwesen ergaben sich aus den fortschreitenden Elektrisierungsarbeiten der Reichsbahn wie auch für elektrische Industriebahnen zunehmende Bestellungen, während die Geschäftsbelebung bei den Straßenbahnen — kommunale Verkehrsgesellschaften — nur geringfügig war. Auf dem Schwachstromgebiet wurden weitere Ämter mit Handbetrieb auf Selbstanschluß umgestellt. Die von den Behörden gegebenen Aufträge erstreckten sich insbesondere auf das Telegraphengebiet. Die Bestellungen im Sender- und Empfängergeschäft sowie von Verstärkereinrichtungen haben weiter zugenommen, wie auch im vergangenen Jahre Fernschreibmaschinen und elektrische Meßinstrumente erhöhte Beachtung fanden.

Die von den staatlichen Maßnahmen ausgehenden Sekundärwirkungen haben sich ebenfalls auf Beschäftigung und Erzeugung der Elektroindustrie günstig ausgewirkt. Die nachhaltige Förderung der Wohnungsreparaturen und die zunehmenden Neubauten, Siedlung und verschiedene Maßnahmen der „Elektrofront" brachten für die verschiedenen Installations- und Anschlußteile wie auch der Leitungsdrahtindustrie eine erhebliche Absatzbelebung. Auch die an sich nicht so konjunkturempfindliche Glühlampenfabrikation übertraf die der Vorjahre. Dank der zunehmenden Kaufkraft breiter Schichten und des tariflichen Entgegenkommens vieler Elektrizitätswerke fanden elektrische Haushaltgeräte und Gebrauchsgegenstände erneut weitere Verbreitung. Vor allem ermöglichte aber wachsendes Volkseinkommen und die großzügige Verbreitung des VE 301 einen unvergleichbaren Aufschwung des Rundfunks. Am 1. IV. 1935 waren 6,7 Mill Funkhörer angemeldet; das sind 31 % mehr als Anfang 1934. Zweifelsohne erfahren hier die konjunkturellen Auftriebskräfte eine Unterstützung durch eine einmalige strukturelle Ausbreitung des Rundfunks, doch zeigt ein Vergleich mit anderen Ländern, daß Deutschland mit einer Rundfunkhörerdichte von 102 Teilnehmern auf 1000 Einwohner von dem voraussichtlichen Sättigungsgrad noch erheblich entfernt ist.

Stillstand des Ausfuhrrückganges.

Die deutsche Elektroausfuhr[3]) lag im Jahre 1934 mit 226,4 Mill RM (Zahlentafel 1) erneut unter dem Stand des Vorjahres. Gegenüber der 1929 erzielten Ausfuhr bedeutet dieses Ergebnis dem Werte nach nur noch ein Drittel und die dabei erzielten Preise lassen in den meisten Fabrikationsgruppen keine Gewinnspanne mehr zu. Doch hat sich diese seit der Weltwirtschaftskrise anhaltende rückläufige Bewegung 1934 erstmalig verlangsamt, und im ersten Vierteljahr 1935 ist sie sogar zum Stillstand gekommen. Während die Ausfuhr von 1932 auf 1933 um 30 % gesunken war, betrug der Rückgang 1934 nur noch 9 %, ein Prozentsatz, der unter Berücksichtigung der weiter nachgebenden Weltmarktpreise noch etwas kleiner anzunehmen ist.

Zahlentafel 1. Anzahl der Beschäftigten und Ausfuhr der elektrotechnischen Industrie 1929 ··· 1935.

Jahr	beschäftigte Personen in 1000	Ausfuhr in Mill RM
1929	317	638,6
1930	271	629,5
1932	172	353,8
1933	179	248,9
1934	236	226,4
1. Viertel 34	211	53,6
1. Viertel 35	257	52,2

Unter den für die Entwicklung der deutschen Elektroausfuhr maßgebenden Gründen ist neben den allgemeinen Handelshemmnissen namentlich der Umstand bestimmend, daß sich die Hauptkonkurrenten der deutschen Elektroindustrie in ihrer Preisgestaltung auf eine entwertete Währung stützen können. So zeigte eine eingehende Untersuchung der Weltelektroausfuhr[4]), daß sich die Ausfuhr der Goldblockländer während der Weltwirtschaftskrise erheblich besser gehalten hat als die der niedervalutarischen Länder und auch heute noch indexmäßig (1929 = 100) über dieser liegt. Erst mit den allseitig zunehmenden Währungsentwertungen steigert sich 1934 die Elektroausfuhr der niedervalutarischen Länder wieder auf den Stand von 1932, während die Ausfuhr der Goldblockländer trotz eines zunehmenden Weltelektrobedarfes weiter abnimmt und den Stand von 1932 um 25 % unterschreitet. Bei diesen Verschiebungen handelt es sich hauptsächlich um solche Warengruppen, die von den verschiedenen Elektroindustrien in ziemlich gleicher Güte hergestellt werden und bei denen daher der Preis ausschlaggebend ist. Die günstigere Preisgestaltung der Entwertungsländer konnte jedoch die deutsche Marktstellung dort nicht oder kaum nennenswert beeinflussen, wo es sich um Elektroerzeugnisse von hoher technischer Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit handelt. Hier bevorzugen die ausländischen Abnehmer das deutsche Qualitätsfabrikat auch dann, wenn der Anschaffungspreis über den Konkurrenzangeboten liegt. So übernimmt es die deutsche Elektroausfuhr immer mehr, im Gesamtbedarf (Erzeugung + Einfuhr) der Länder den Teil zu decken, der entweder technische Entwicklungsarbeit oder besonders sorgfältige fabrikatorische Ausführung voraussetzt. Auf lange Sicht werden deshalb auch die Verselbständigungsbestrebungen der kleineren Länder nicht zu einer vollständigen Beschränkung der deutschen Elektroausfuhr führen, sondern voraussichtlich eine Umlagerung herbeiführen. Die Aufnahme oder Erweiterung der Eigenerzeugung setzt mit zunehmender elektrotechnischer Entwicklung in den meisten Fabrikationszweigen immer mehr Tradition und lange Erfahrung voraus; außerdem werden der Elektrizität in den „alten" Ländern ständig neue Anwendungsgebiete erschlossen. Wenn 1934 immer noch über 80 % der deutschen Elektroausfuhr in Europa abgesetzt werden und hochindustrialisierte Länder, wie die Niederlande, Frankreich, Schweden, Italien, Belgien, Großbritannien und die Schweiz, allein über 50 % der deutschen Elektroausfuhr aufnehmen, so verdeutlicht das diesen Zusammenhang.

Ruhige Weiterentwicklung.

Nach einem ersten raschen Aufschwung pflegt sich erfahrungsgemäß der Anstieg zu verflachen; auch in der Elektroindustrie wird sich während der nächsten Konjunkturphase das Anstiegstempo der beiden letzten Jahre kaum fortsetzen. Anregungen des Staates werden zwar auch nach den jetzt auslaufenden Arbeitsbeschaffungsprogrammen nicht ganz fehlen, doch

[2]) Ohne die Privatkraftwerke, an denen die öffentliche Hand satzungsgemäß beteiligt ist.

[3]) ETZ 56 (1935) H. 11, S. 335.

[4]) ETZ 56 (1935) H. 14, S. 416.

Digitized by Google

kommt es nunmehr im Sinne unserer Wirtschaftspolitik darauf an, die Staatskonjunktur durch eine regere Entfaltung der Privatinitiative abzulösen. Nachdem bei den meisten Industrien der während der Krise aufgestaute Bedarf nachgeholt ist, beschränken sich ihre Bestellungen auf den laufenden Bedarf, der allerdings entsprechend der erweiterten Wirtschaftstätigkeit auch größer geworden ist. Neuinvestitionen zur Kapazitätserweiterung hielten sich bis jetzt bei vielen Industriegruppen noch in engem Rahmen, wohl deshalb, weil man die anfallenden Aufträge teilweise für einmalig hielt. Voraussichtlich können aber in nächster Zeit diese letzten Endes die Konjunktur tragenden Investitionen nicht mehr länger hinausgeschoben werden. Schließlich entstehen mit fortschreitender Arbeitsmarktentlastung und wachsendem Volkseinkommen die Voraussetzungen für eine stärkere Durchdringung der in der Elektrisierung zurückgebliebenen Haushaltungen. Auch auf anderen Anwendungsgebieten der Elektrizität sind noch erhebliche Steigerungen möglich. Die wegen ihrer Devisenaktivität für die deutsche Volkswirtschaft besonders wichtige Elektroausfuhr hängt in ihrer Entwicklung entscheidend davon ab, inwieweit es gelingt, wieder feste Wertbeziehungen zwischen den Nationalwährungen zu schaffen. Erst dann ist die Voraussetzung für eine Handelspolitik gegeben, die durch Abschluß langfristiger Verträge eine Erweiterung des Außenhandels zuläßt und eine Geschäftspolitik auf lange Sicht ermöglicht. Schließlich hat die — auch während der Krise fortgesetzte — Forschungsarbeit erneut Fortschritte erzielt, die seit der Frühzeit der Elektrotechnik stets die Grundlage für Weltgeltung und Weltmarktstellung der deutschen Elektroindustrie waren.

2. Die Elektrizitätswirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch.

Die im Jahre 1933 eingeleitete Aufwärtsbewegung der Stromerzeugung in der deutschen öffentlichen Elektrizitätswirtschaft hat sich auch im Berichtsjahr 1934 kräftig fortgesetzt und spiegelt den allgemeinen wirtschaftlichen Aufschwung wieder. Die Zunahme beträgt bei einer Jahreserzeugung 1934 von rd. 16,5 Mrd kWh

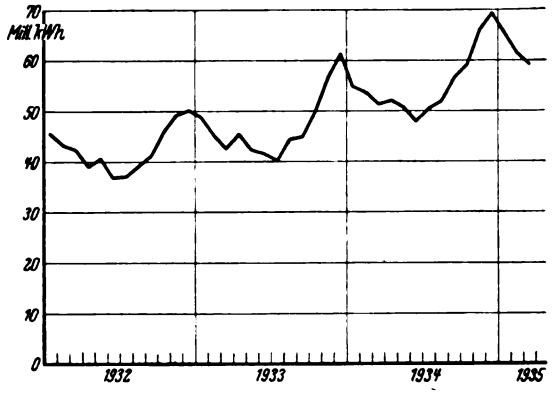


Abb. 1. Arbeitstägliche Stromerzeugung 1932/35 (122 Werke).

gegenüber 1933 (Erzeugung 14,3 Mrd kWh) etwa 16,5 %. Der seit dem Tiefstande des Jahres 1932 stetige Anstieg kommt in der Entwicklung der arbeitstäglichen Stromerzeugung der 122 von der Erhebung des „Statistischen Reichsamtes" erfaßten Werke klar zum Ausdruck (Abb. 1). Während jedoch im Jahre 1933 die Erhöhung im wesentlichen in der zweiten Jahreshälfte lag, verteilte sie sich für 1934 gleichmäßig über das ganze Jahr. Die Steigerung ist in den ersten Monaten dieses Jahres fortgeschritten (Abb. 1), was aus folgenden Zahlen am besten hervorgeht: Die Gesamterzeugung der 122 Werke betrug jeweils in den ersten 3 Monaten des Jahres 1929: 4,03 Mrd kWh, 1934: 4,05 Mrd kWh und 1935: 4,71 Mrd kWh, also rund 17 % mehr als in dem Jahre des bisherigen Höchststandes. — Auch die Erzeugung der eigenen Anlagen hat im Jahre 1934 zugenommen, so daß die Gesamterzeugung auf etwa 30 bis 32 Mrd kWh geschätzt werden kann.

Für die Ein- und Ausfuhr des Deutschen Reiches an elektrischem Strom sind genaue Zahlen bisher weder für das Berichtsjahr 1934 noch für das vorhergehende Jahr bekannt. Der Außenverkehr ist für Deutschland bisher immer passiv gewesen[1]). Er hat beispielsweise für 1932 folgende Beträge umfaßt: Einer Einfuhr von 578 Mill kWh, zu der der Anteil der oberrheinischen Grenzkraftwerke mit 475 Mill kWh hinzukam, stand eine Ausfuhr von nur 134 Mill kWh gegenüber. Läßt man die Lieferung der Grenzkraftwerke außer Ansatz, so betrug der Einfuhrüberschuß 444 Mill kWh, der auch wertmäßig sehr beträchtlich ist. Nach vorliegender Schätzung kann angenommen werden, daß sich dieses Bild weder im Jahre 1933 noch 1934 wesentlich geändert hat.

[1]) Vgl. ETZ 55 1934) S. 623.

Neubautätigkeit.

Die durch die erfreuliche Zunahme des Verbrauches bedingte Steigerung der Erzeugung hat auch die Bautätigkeit an vielen Stellen belebt. Insbesondere die hohe Spitze im Dezember 1934 hat eine Reihe von Werken vor die Aufgabe gestellt, Erzeugungs- und Verteilungsanlagen der im kommenden Winter zu erwartenden Belastung anzupassen, so daß zur Zeit zahlreiche Bauvorhaben in Bearbeitung sind. An anderer Stelle sind Erweiterungen von Kraftwerken und Leitungen durch die Neuansiedlung von Industriebetrieben erforderlich geworden. Weiterhin werden im Zusammenhang mit der Übernahme von jährlich 400 Mill kWh Saarstrom in diesem Jahre größere Ergänzungen des deutschen Höchstspannungsnetzes in Angriff genommen.

An Neubauten und Erweiterungen in Kraftwerken sind für das Berichtsjahr 1934 folgende zu erwähnen:

Das Ostpreußenwerk hat den Bau des Dampfkraftwerkes Gumbinnen weitergeführt. Eine der beiden vorgesehenen Einheiten, die aus einer Gegenlaufturbine von 6500 kW Leistung und einem auf 10 000 kW überlastbaren Kessel besteht, kam 1934 in Betrieb. Die zweite soll 1935 folgen. Das Werk ist zur Übernahme der Mittellast an Wintertagen bestimmt. Ebenso wurden die Arbeiten an dem 1933 begonnenen Bober-Kraftwerk im Versorgungsgebiet des Märkischen Elektricitätswerkes fortgesetzt. Es soll mit einer Jahreshöchstleistung von 67 500 kW und einem Jahresarbeitsvermögen von etwa 70 bis 80 Mill kWh zur Spitzendeckung herangezogen werden.

Die Leistung des Dampfkraftwerkes Hindenburg der Oberschlesischen Elektrizitätswerke wurde durch Aufstellung eines neuen 26 300 kW-Turbogenerators erweitert, der aus 2 Kesseln für je 80 t/h bei 16 atü Betriebsdruck mit Mühlenfeuerung gespeist wird. Im Kraftwerk der Städtischen Betriebswerke Hannover kam eine Gegenlaufturbine für 16 000 kVA in Betrieb. Die 100 atü-Anlage des Großkraftwerkes Mannheim wurde um eine 12 000 kW-Maschine und einen 30 000 kW-Kessel erweitert. Die Städtischen Licht- und Wasserwerke Kiel stellten im Kraftwerk Wik einen 12 500 kW-Anzapfturbogenerator als Ersatz für eine veraltete 6000 kW-Einheit auf und nahmen dazu einen Kessel für 33 t/h in Betrieb. Bei den Städtischen Betriebswerken Görlitz wurde eine Umstellung der Dampfwirtschaft unter Erhöhung des Druckes von 15 atü auf 50 atü durchgeführt. Dabei wurde ein Hochleistungskessel von 500 m² Heizfläche mit Kraemer-Mühlenfeuerung für Rohbraunkohle aufgestellt. Eine Vorschalt-Gegendruck-Entnahmeturbine für 6400 kW wurde von dem Kommunalen Elektrizitätswerk Mark eingebaut, während das Kraftwerk Thüringen die Aufstellung einer 6400 kW-Einheit mit Kesseln begann und in diesem Jahre beenden wird.

Digitized by Google

An Wasserkraftwerken kamen im Jahre 1934 nur kleinere Leistungen hinzu: Die Rhein-Main-Donau AG. nahm im Januar das Kraftwerk Freudenberg mit 4000 kW und im Dezember das Kraftwerk Erlabrunn mit 2800 kW in Betrieb. Das Kraftwerk Hofen (3840 kWh) ist von der Neckar-AG. erbaut und wird Anfang dieses Jahres von den Techn. Werken der Stadt Stuttgart in Betrieb genommen. Die Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen führten den Bau der Wasserkraftanlage Eversberg weiter, der Anfang dieses Jahres beendet ist und bei einer Leistung von 500 kW rund 1,3 Mill kWh jährlich liefern wird.

Das deutsche Hochspannungsnetz umfaßte Ende 1934 etwa 25 000 km Streckenlänge mit einer Spannung von 30 kV an aufwärts. Davon waren:

750 km	380 kV-Leitungen,	
960 „	220 „	„ ,
9 050 „	110 „	„ ,
14 200 „	30—80 „	„ .

Hiervon sind im Jahre 1934 etwa 550 km Streckenlänge für Spannungen von 50 bis 110 kV zugekommen. Erweiterungen des 220- und 380 kV-Netzes sind nicht eingetreten, aber für das Jahr 1935 vorgesehen, in dem allgemein eine Verstärkung des Netzausbaues zu erwarten ist.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft hat im Jahre 1934 sowohl durch eigene ausgedehnte Neubauten, Erweiterungen und Erneuerungen vor allem in den Niederspannungsnetzen, als auch durch Zuschußgewährung für neue Anschlüsse, durch Finanzierung von Geräten (Volksempfänger) und nicht zuletzt durch Tarifsenkungen in ausgedehntestem Maße Mittel für die Arbeitsbeschaffung bereitgestellt. Sie hat es auch in dem Berichtsjahr als ihre vornehmste Aufgabe betrachtet, die Maßnahmen der Reichsregierung auf diese Weise zu fördern und — wie die Abschlüsse der meisten Unternehmungen zeigen — die durch die Absatzsteigerung erzielte Mehreinnahme in erster Linie zu Tarifsenkungen und zur Abwicklung des Arbeitsbeschaffungsprogramms zu verwenden.

Änderungen im Aufbau.

Bei einer Reihe von Unternehmungen haben im Jahre 1934 wesentliche strukturelle Änderungen stattgefunden. An erster Stelle ist wohl der Zusammenschluß zwischen dem Märkischen Elektricitätswerk und der ÜZ Pommern zu nennen[2]), bei dem das erstere die im Besitz der Provinz Pommern und öffentlich-rechtlicher Verbände befindlichen Aktien der ÜZP erwarb. Durch die Zusammenfassung wurde ein nach einheitlichen Gesichtspunkten versorgtes Gebiet von rund 85 000 km² geschaffen. Das MEW sicherte Pommern vertraglich die gleichen Strompreise zu, wie sie im eigenen Versorgungsgebiet gelten. Der Zusammenschluß stellt somit einen bedeutsamen Schritt zur Ausbildung großer geschlossener Versorgungsgebiete dar. Weiter ist im Dezember die BEWAG durch Übertragung ihres Vermögens und ihrer Verbindlichkeiten mit der Berliner Kraft- und Licht-AG. verschmolzen worden, wodurch eine erhebliche Vereinfachung der Organisation erreicht wurde. Die neue Unternehmung führt den Namen „Berliner Kraft- und Licht-(BEWAG) AG." Die Württembergische Landes-Elektrizitäts-AG. und die Württembergische Sammelschienen-AG., die sich bisher in die Großverteilung innerhalb des Landes teilten, ohne größere Kraftwerke und ohne unmittelbare Versorgung zu betreiben, wurden zusammengeschlossen. Die aufnehmende Württembergische Landeselektrizitäts-AG. änderte ihren Namen in Elektrizitätsversorgung Württemberg AG. Endlich sei noch der Erwerb des Kraftwerkes der Hamburger Hochbahn AG. durch die Hamburgischen Electricitätswerke erwähnt.

Neben diesen Änderungen bei großen Unternehmungen ist vor allem die im Jahre 1934 verstärkte Eingliederung kleinerer, bisher selbständiger Verteiler (sog. A-Gemeinden, Elektrizitätsgenossenschaften usw.) in die umlagerten größeren Versorgungsunternehmen bemerkenswert. Diese Entwicklung wird von der Erkenntnis getragen, daß jeder Zwischenhandel nicht nur verteuernd wirkt, sondern vor allem deswegen nachteilig für den letzten Verbraucher ist, weil er den unmittelbaren Zusammenhang zwischen Kosten und Preisen aufhebt und dadurch Tarifmaßnahmen erschwert oder unterbindet, die für die Ausweitung der Elektrizitätsanwendung notwendig sind (Wärme- und Nachtstromtarife). Die vielseitigen technischen und wirtschaftlichen Aufgaben der Elektrizitätsversorgung können heute nur von größeren, finanziell und technisch leistungsfähigen Verteilungsunternehmungen gelöst werden, welche die Versorgung innerhalb eines geschlossenen Gebietes in einer Hand vereinigen. Die Eingliederung selbständiger Wiederverkäufer stellt einen begrüßenswerten Schritt zu der allgemein als notwendig erkannten Schaffung größerer regionaler Verteilungsorganisationen dar. Es ist zu hoffen, daß sich diese Entwicklung im Jahre 1935 fortsetzen wird.

Organisation der Elektrizitätswirtschaft.

Im Zuge des Neuaufbaues der deutschen gewerblichen Wirtschaft, der im wesentlichen durch das „Gesetz zur Vorbereitung des organischen Aufbaues der deutschen Wirtschaft" vom 27. II. 1934 und seine erste Durchführungsverordnung vom 27. XI. 1934 gekennzeichnet ist, fanden auch wichtige organisatorische Maßnahmen auf dem Gebiete der öffentlichen Elektrizitätsversorgung statt. Am 19. I. 1934 erfolgte die Gründung des Reichsverbandes der Elektrizitätsversorgung (R. E. V), der aus der Vereinigung der Elektrizitätswerke (V.d.E.W.) hervorgegangen ist und ihre Arbeiten und Aufgaben übernahm. Neben ihn trat mit der Bildung der Reichsgruppe Energiewirtschaft der deutschen Wirtschaft[3]) die Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung. Gelegentlich der Gründung der Reichsgruppe Energiewirtschaft legte ihr Leiter, Direktor Krecke, die Hauptaufgaben dar, die nach dem Grundsatz einer dem Allgemeinwohl dienenden Versorgungswirtschaft zu lösen sind. Als ihre Aufgabe bezeichnete er es, „die Bevölkerung und Wirtschaft in zuverlässiger Weise und zu den niedrigstmöglichen Preisen mit Energie zu versorgen". Er hob besonders die Notwendigkeit der Schaffung einheitlicher Rahmentarife für die Versorgung der Kleinabnehmer, der Vereinheitlichung von Strom und Spannung und einer zentralen Lösung der Fragen der zweckmäßigen Erzeugung und Verteilung hervor. Die Reichsgruppe Energiewirtschaft, welche die Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, Gas- und Wasserversorgung umfaßt, sei auch berufen, den notwendigen gesunden Wettbewerb beider Energien zu überwachen.

Die zur Erfüllung eines Teiles dieser Aufgaben erforderlichen Befugnisse des Leiters wurden in der „Verordnung über Mitteilungspflicht in der Energiewirtschaft" vom 30. VII. 1934 geschaffen. Nach ihr sind die Mitglieder der Reichsgruppe Energiewirtschaft zunächst gegenüber ihrem Leiter zur Auskunftserteilung über die technischen und wirtschaftlichen Verhältnisse von Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Verteilung verpflichtet. Hierdurch ist die Möglichkeit der Unterrichtung über die gegebenen Zustände geschaffen. Weiter unterliegen Änderungen der Tarife und der allgemeinen Lieferungsbedingungen, die Errichtung neuer sowie die Stillegung und Erweiterung vorhandener Anlagen einer Mitteilungspflicht an den Leiter. Von ihr sind für Elektrizitätswerke nur Leitungen mit einer Spannung von weniger als 25 kV und regelmäßig wiederkehrende Stillegungen von Werken befreit. Auf Grund der Kenntnisse, die der Leiter der Reichsgruppe hiernach erhält, kann er auf die einzelnen Werke in dem Sinne einwirken, daß ihre Maßnahmen in der für die gesamte Elektrizitätsversorgung günstigsten Weise getroffen werden. Die bisherigen Erfahrungen bei der Durchführung dieser Verordnung haben gezeigt, daß mit der geschaffenen Selbstverwaltung der Wirtschaft auch auf diesem Gebiete ein voller Erfolg erreicht werden kann. Der für die Gesamtorganisation grundlegende Gedanke der verantwortlichen Leitung kann daher auch in Zukunft für die Energiewirtschaft maßgebend bleiben.

Eine notwendige Ergänzung dieser Verordnung bildet der Beischlußzwang, der durch die Anordnung des Reichswirtschaftsministers vom 20. X. 1934 ausgesprochen wurde. Durch sie wird die Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung als alleinige Vertretung ihres Wirtschaftszweiges anerkannt, der alle Unternehmer und Unternehmungen angeschlossen werden, „die andere mittelbar oder unmittelbar mit elektrischer Energie versorgen, oder deren Zweck auf Erwerb, Verwaltung und Betrieb solcher Unternehmungen gerichtet ist".

[2]) ETZ 55 (1934) S. 402 u. 535.

[3]) Bei der Gründung führte sie den Namen „Hauptgruppe XIII (Energiewirtschaft) der deutschen Wirtschaft".

Digitized by Google

Damit ist die gesamte öffentliche Elektrizitätswirtschaft in einer geschlossenen Organisation zusammengefaßt, welche Gewähr dafür bietet, daß die von dem Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft zu treffenden Maßnahmen auch alle in der Versorgung Tätigen erreichen. Der organisatorische Aufbau der Elektrizitätsversorgung, insbesondere die restlose Erfassung der auf etwa 16 000 geschätzten Mitglieder, und der Aufbau der regionalen Untergliederungen wird erst im Jahre 1935 beendet.

Reichsverband der Elektrizitätsversorgung und Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung bestehen unter gemeinsamer Leitung und Geschäftsführung in engster Anlehnung nebeneinander. Ihre Aufgaben ergänzen sich. Der Wirtschaftsgruppe obliegt nach der Verordnung vom 27. XI. 1934 die Beratung und Betreuung ihrer Mitglieder auf dem Fachgebiet und die Förderung ihrer Angelegenheiten unter Rücksichtnahme auf die gesamten Interessen der gewerblichen Wirtschaft und unter Wahrung des Staatsinteresses. Die besonderen Aufgaben des Reichsverbandes der Elektrizitätsversorgung liegen neben anderem vor allen Dingen in der Pflege der fachlichen Beziehungen zu seinen ausländischen Mitgliedswerken und Freunden.

Im Zuge dieser Umgestaltungen wurde auch die bisher vom Reichsverband der Elektrizitätsversorgung betreute Gemeinschaftswerbung aus seinem unmittelbaren Arbeitsgebiet ausgegliedert und in der „Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft" (A.F.E.) auf neuer Grundlage aufgebaut. In ihr sind zusammengefaßt die Spitzenverbände der Elektrizitätsversorgung, der Elektroindustrie, des Elektrohandwerks und des Elektrohandels. Ihr Aufgabengebiet umfaßt die gesamten Werbemaßnahmen, die unter ihrer zentralen Leitung für das ganze Reichsgebiet einheitlich durchgeführt werden. Ihre Tätigkeit, die vor allem durch den in mehreren Werbewellen vorgetragenen „Elektroangriff" nach außen in Erscheinung getreten ist, hat gute Erfolge gezeitigt und wesentlich zur Arbeitsbeschaffung beigetragen. Sie stützt sich auf die örtlichen Organisationen der Elektrogemeinschaften, deren Gründung von den Elektrizitätswerken gefördert wurde und denen die örtliche Durchführung der Werbemaßnahmen obliegt. Mit dieser Zusammenfassung aller am Elektrizitätsverbrauch interessierten Wirtschaftszweige ist eine leistungsfähige Organisation zur Wahrnehmung der gemeinsamen Belange in der Werbung geschaffen worden.

Aus allem ergibt sich, daß das Jahr 1934, gekennzeichnet durch eine starke Wirtschaftsbelebung, auch für den organisatorischen Aufbau der deutschen öffentlichen Elektrizitätsversorgung ein außerordentlich bedeutsames gewesen ist. Die wesentlichen Grundlagen sind geschaffen worden, so daß im kommenden Jahr alle Kräfte zur Lösung der Hauptaufgabe, der zuverlässigsten und billigsten Versorgung der Verbraucher, eingesetzt werden können.

3. Kraftwerksbau.

Der Anstoß zum Kraftwerksbau kann von zwei Richtungen her erfolgen. Es kann einmal ein wirtschaftlicher Anreiz für Verbesserungen und Erneuerungen vorhanden sein oder es kann eine Bedarfsteigerung in elektrischer Leistung vorliegen. Wenn in dem Jahre 1934 die Planung und der Bau von Dampfkraftwerken einen Auftrieb erfahren haben und wenn auch im Berichtsjahr in Deutschland kein größeres öffentliches Dampfkraftwerk gebaut wurde, so geht dies auf beide vorgenannten Impulse zurück. Ein wirtschaftlicher Anreiz für Erneuerung liegt an sich schon seit Jahren vor durch die starken Fortschritte, die im Wärmeverbrauch der Kessel und Turbinen bei Dampfkraftwerken gemacht worden sind, doch ließ die allgemeine Krisis eine fühlbare Auswirkung dieser technischen Möglichkeiten bisher nicht zu. Ein weiterer sehr wesentlicher wirtschaftlicher Anreiz lag in einer besonderen Verordnung zu den Steuergesetzen, die die Vornahme von Erneuerungsarbeiten steuerlich bevorzugte. Ein indirekter wirtschaftlicher Anreiz lag schließlich in der Notwendigkeit und dem ausgesprochenen Willen der Regierung zur Arbeitsbeschaffung.

Der Stromabsatz der 122 deutschen öffentlichen Elektrizitätswerke lag im Jahre 1934 etwa 17 % höher als 1933 und erreichte ungefähr den Stromabsatz des Konjunkturjahres 1929. Trotz der großen Steigerung im kWh-Absatz liegen die Leistungsspitzen heute vielfach noch unter den Abendspitzen von 1929. Aus diesem Grunde konnte auch der gesteigerte Strombedarf im allgemeinen noch durch die vorhandenen installierten Leistungen gedeckt werden. Umfangreiche Erneuerungen vorhandener Anlagen und Erweiterungen wurden indessen 1934 vielfach durchgeführt[1]).

Dampfkraftwerke.

Im Jahre 1934 hat praktisch das bevorzugte Interesse dem „Kohlenstrom" gegolten. Hierbei spielen neben den kurzen Erstellungszeiten solcher Kraftanlagen der geringere Kapitalaufwand und die günstige Auswirkung von Dampfkraftwerksbauten auf den Arbeitsmarkt[2]) eine Rolle. Der Betrieb eines Dampfkraftwerkes wirkt sich bis zum Bergbau hin arbeitsintensiver aus. Es werden zur Erzeugung einer Kilowattstunde mehr Arbeitskräfte beschäftigt und es sind weniger Kapitaldienstaufwendungen erforderlich. Hierbei wirkt auch mit, daß vom Standpunkt der Landesverteidigung eine gewisse Auflockerung der Krafterzeugung in Deutschland notwendig geworden ist. Es ist verständlich, daß das in der Lage praktisch völlig freizügige Dampfkraftwerk sich solchen Bedürfnissen leichter anpassen läßt als Wasserkraftanlagen.

Das technisch Kennzeichnende der neueren Bauvorhaben ist außer bei Anlagen mit Kohlensorten niedrigsten Wärmepreises ein ausgesprochener Übergang zu hohem Druck und hoher Temperatur, so daß sich die Verbesserungen und Erweiterungen im allgemeinen auf die Kessel- und die Maschinenanlage bezogen. In der Industrie ist dabei der Kraftwerksbau fast ausnahmslos auf eine Kupplung von Wärme- und Kraftwirtschaft eingestellt worden, die zum Teil erstaunliche Ersparnismöglichkeiten ergab. Hierbei kam es auch zu einer ausgesprochenen Weiterentwicklung von Höchstdruckanlagen. Im Kesselbau bürgert sich allmählich der Zwanglaufkessel[3]) ein (Benson-, Sulzer-Einrohr-, La Mont-, Velox-, Löfflerkessel), der zweifellos große Möglichkeiten und Verbesserungen erschließt.

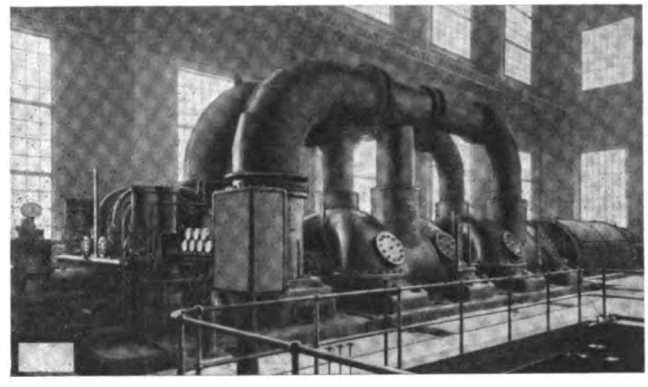


Abb. 1. Kondensations-Turbosatz von 80 000 kVA, 60 000 kW bei 3000 U/min im Großkraftwerk Schelle (Belgien).

[1]) Siehe S. 699 d. Heftes.

[2]) Vgl. VDE-Fachberichte 1934, S. 11, ferner Z. VDI 78 (1934) S. 141.

[3]) Wärme (1934) S. 532; BBC-Mitt. 22 (1935) S. 9.

Digitized by Google

Auf dem Gebiete des Dampfturbinenbaues sind zwar grundsätzliche Neuerungen nicht zu berichten, es gab sich aber im Anschluß an die Entwicklungsarbeiten der letzten Jahre und im Zusammenhang mit der verstärkten Planungstätigkeit Gelegenheit, auf Einzelgebieten weiterzukommen. So wurde die Ljungström-Turbine für große Leistungen weiter entwickelt; es kam im Berichtsjahr eine solche Turbine für 40 000 kVA bei 3000 U/min zur Ausführung. Die ursprünglich als Gegendruckturbine für Industriezwecke entwickelte Einfach-Radialturbine ist erstmalig auch als Vorschaltturbine in Verbindung mit neuzeitlichen Hochdruckkesseln zur Anwendung gekommen. — Richtungweisend für den Kraftwerksbau dürften auch die Fortschritte sein, die man bezüglich der Werkstoffe für Dampfturbinen gemacht hat. Das Ziel ist ein warmstandfester Werkstoff, der Heißdampftemperaturen von 500 ° aushält. Dadurch wird die Anordnung von Zwischenüberhitzern selbst bei höheren Drücken in vielen Fällen überflüssig. Heute ist man bereits in der Lage, eine Heißdampftemperatur von 480 ° einwandfrei zu bewältigen, in Einzelfällen wurde auch schon erfolgreich bis zu 500 ° gegangen.

Ein Bedarf an Maschinen größter Leistung bestand nicht. Es wurden mittlere und kleinere Einheiten angefordert, die heute durchweg mit 3000 U/min ausgeführt werden. Dies zeigt die Auftragsvergebung der deutschen öffentlichen Kraftwerke: im Jahre 1934 wurden 15 Turbinen mit insgesamt 180 000 kW Leistung vergeben. In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, daß im Berichtsjahr der größte in Deutschland gebaute, mit 3000 U/min laufende Turbosatz der Welt von 80 000 kVA im Großkraftwerk Schelle der Interescaut in Belgien, Abb. 1, in Betrieb gesetzt wurde[4]).

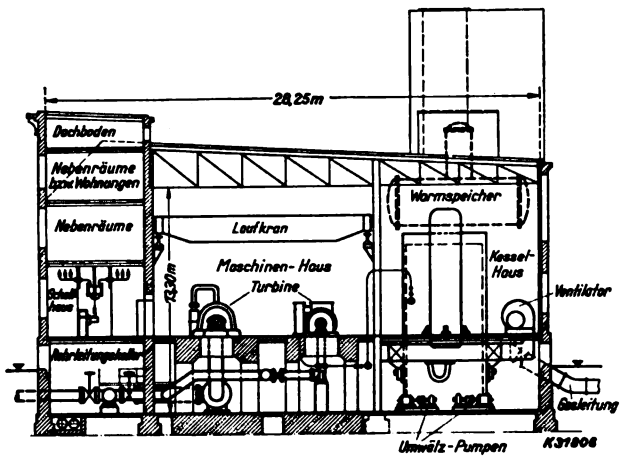


Abb. 2. Gasgefeuertes Heizkraftwerk, Anschlußwert 100 · 10⁶ kcal/h.

Die Technik beschäftigte sich weiter infolge der Leistungsteigerung wieder sehr stark mit der Frage der Spitzendeckung[4]), wobei jetzt aus dem Blickwinkel der Landesverteidigung auch stark das Bedürfnis nach Reservewerken hervortritt. Das Kennzeichnende ist dabei, daß heute infolge der Entwicklung von Kesseln besonderer Bauart für flüssige oder gasförmige Brennstoffe und von Turbinen axialer und gegenlaufradialer Bauart für sehr kurze Anlaufzeiten das reine Dampfkraftwerk als Reserve- und Spitzenwerk durchaus im Vordergrund steht, zumal die Anlagekosten für solche Werke bei Brennstoffen der genannten Art weit unter denen von Dieselkraftwerken gleicher Leistung liegen. Auch im Ausland ist für diese neuen deutschen Kraftwerksbauten beachtliches Interesse fühlbar.

Erwähnenswert ist noch, daß die Entwicklung des Gleitdruckverfahrens in Verbindung mit Benson-Kessel weiter fortgeschritten ist, so daß man in Zukunft wird Kraftwerke bauen können, die bei Teilbelastung noch die Vorteile des Hochdruckes voll ausnutzen und durch Druckerhöhung doppelte Überlastbarkeit und mehr haben.

Ein interessanter Vorschlag geht dahin, die Lösung der Spitzendeckung in der Stromerzeugung mit gleichzeitiger Wärmelieferung für Städteheizung in einem gasgefeuerten Heizkraftwerk zu vereinigen. Die bis ins einzelne durchgeführte Planung (Abb. 2) hat gezeigt, daß es heute möglich ist, ein Heizkraftwerk innerhalb eines Wohngebiets zu errichten und die Strom- und Wärmeerzeugung am Schwerpunkt ihres Verbrauches vorzunehmen, wobei gleichzeitig die bestehenden Verteilungsanlagen entlastet und die Leitungen der Städteheizung verkürzt werden. Das Äußere eines solchen Werkes kann durchaus Wohnhausaussehen bekommen, was vom Standpunkt des Städtebildes wünschenswert ist.

Wasserkraftwerke.

Im Wasserkraftwerksbau herrschte im Jahr 1934 bis auf die Erbauung des Boberkraftwerkes[6]) ziemliche Stille. Lediglich die im Vorjahr begonnenen Bauten wurden weitergeführt und neue Bauvorhaben mittlerer und kleinerer Leistungen in Angriff genommen. Man darf hieraus nicht etwa schließen, daß die starken Fortschritte im Dampfkraftwerksbau und die in diesem Abschnitt näher angegebenen Gesichtspunkte den Wasserkraftwerksbau auf die Dauer hintenanhalten würden. Der plötzliche Auftrieb in der gesamten Wirtschaft erforderte durchweg die schnelle Erstellung oder Umstellung von Kraftanlagen. Hierfür ist im allgemeinen das Wasserkraftwerk nicht geeignet. Für den Bau von Wasserkraftwerken bedarf es steter Entwicklungszeiten; die Planungs- und Bauzeit sind erfahrungsgemäß lang. Der Kapitalaufwand ist groß und demgemäß die Finanzierung auch nur in wirtschaftlich stabilen Zeiten mit gesicherter Absatzlage in der Zukunft möglich. Es kann wohl kein Zweifel sein, daß das Kraftwasser als wichtiger nationaler Rohstoff in der weiteren Entwicklung der Krafterzeugung auch seinen entsprechenden Platz finden wird.

Regelung und Steuerung.

In Ergänzung des vorjährigen Berichts ist noch auf die besonderen Fortschritte auf folgenden Gebieten hinzuweisen: Dampfturbinensteuerung für kombinierten statischen und isodromen Turbobetrieb, ohne Frequenzschwankungen beim Umschalten von dem einen auf den anderen Zustand. Frequenz- und Leistungsregelungen mit Einrichtung für planmäßige selbsttätige Aufteilung der Lastschwankungen auf verschiedene Maschinengruppen; hydraulische Drehzahlregler für beliebige Einstellung der Drehzahl zwischen 10 und 100 %; Selbststeuerung von Wasserkraftanlagen zum Gemeinschaftsbetrieb der Anlagen eines Niederschlags- und Versorgungsgebietes.

Als Abschluß des vorliegenden Berichtes über Kraftwerksbau ist darauf hinzuweisen, daß die vermehrte Kupplung von Werken und Netzen, die Steigerung der Betriebssicherheit und die zunehmende Leistungsfähigkeit aller Einrichtungen das Bestreben fördert, den Bau der Anlageteile möglichst zu vereinfachen, den Betrieb mit wenigen Mitteln übersichtlich zu gestalten und die Anlage- und Betriebskosten zu verringern. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Elektrizitätswirtschaft günstigst arbeitet. — Bezüglich der Schaltanlagen und elektrischen Apparate in den Kraftwerken sei auf den diesbezüglichen Sonderbericht, S. 704 d. Heftes, verwiesen.

[4]) ETZ 56 (1935) S. 171.
[5]) ETZ 55 (1934) S. 291.
[6]) ETZ 55 (1934) S. 185.

Digitized by Google

4. Maschinen und Transformatoren.

Allgemeines.

Ein Bild von der Weiterentwicklung auf dem Gebiete des Elektromaschinenbaues, insbesondere der elektrischen Antriebe, gab wieder die Leipziger Frühjahrsmesse, über die bereits berichtet wurde[1]). Besondere Aufmerksamkeit wird immer mehr dem Bau geräuscharmer Motoren für Aufzüge, Hotels, Krankenhäuser usw. geschenkt, nachdem nunmehr einfache Verfahren zur Messung der Geräuschstärke und zur Ermittlung der Ursache von Geräuschbildung vorliegen. Die Schweißtechnik hat sich weiter vervollkommnet. Bei großen Maschinen ermöglicht sie beträchtliche Gewichtsverminderung, die sich nicht nur in den Herstellungskosten, sondern auch in für die Ausfuhr erheblicher Ersparnis an Frachtkosten und Zoll auswirkt. Die Verbesserung der Kühlwirkung, insbesondere auch für gekapselte Motoren, führte zu weiteren Leistungssteigerungen für die Gewichtseinheit des aufgewendeten Materials. Die Anwendung von wärmebeständiger Isolation macht immer weitere Fortschritte. Da diese Isolation bereits einen solchen Grad von Wärmebeständigkeit erreicht hat, daß selbst Temperaturen von einigen hundert Grad ohne Schaden kurzzeitig vertragen werden können, so wird man in absehbarer Zeit voraussichtlich dazu übergehen können, wenigstens für geschlossene Sondermotoren mit solcher Isolation die Grenzerwärmungen höher zu setzen, als sie jetzt in den R.E.M. zugelassen sind. Auch Trockentransformatoren mit hochhitzbeständigem und unbrennbarem Apyroldraht sowie mit Quarzkompoundfüllung konnten in der Ausnutzung gesteigert werden.

Im Sinne einer leichten Auswechselbarkeit sowie des bequemen Anbaues von Motoren an Arbeitsmaschinen liegt die Entwicklung von Einheitsmotoren, die von verschiedenen Firmen auf den Markt gebracht werden, und die unabhängig von der Stromart mit gleichen Fußabmessungen, Achshöhen, Wellenstumpfen für gleiche Leistungen und etwa gleiche Drehzahlen ausgeführt werden, so daß beispielsweise ohne Schwierigkeiten ein Austausch von Gleichstrommotoren durch Drehstrommotoren oder umgekehrt erfolgen kann.

Für Maschinen, sei es mit Spitzenleistungen, sei es in besonderer Ausführung von allgemeinerem Interesse, seien einige Beispiele angegeben.

Gleichstrommaschinen.

Zur Zeit wird der bisher größte Fördermotor der Welt von einer deutschen Firma gebaut für die Fushun-Gruben in der Mandschurei, und zwar als Gleichstrom-Nebenschlußmotor[2]). Besonders bemerkenswert ist, daß die Leistung von 4000 kW (entsprechend einem effektiven Drehmoment von 67 000 mkg) in nur einer Motoreinheit untergebracht wurde.

Bei Bahnmotoren, die mit Gleichrichterstrom gespeist werden, wurden weitere Verbesserungen zur Herabdrückung der durch die Oberwellen verursachten Zusatzverluste erzielt.

Eine eigenartige „Streufeld"-Schweißmaschine wurde entwickelt, bei der es durch Anordnung besonderer Streuwege zwischen 2 Hauptpolen und zwischen Haupt- und Wendepol erreicht wird, daß im Falle eines Kurzschlusses nicht der ganze Fluß verschwindet, sondern nur vom Anker weg in die Streuwege gedrückt wird. Bei Aufhören des Kurzschlusses wird dann durch Wiedereintreten des Flusses in den Anker sofort die nötige Zündspannung erzeugt. Ein weiterer Vorteil ist, daß die Maschine polsicher ist.

An Umformern sei ein großer Einanker-Umformer für die chemische Industrie für 300/200 V und 8500 A erwähnt, Wirkungsgrad 95,8 %, sowie ein aus zwei Gleichstromgeneratoren von je 3200 kW (200 V) und einem Synchronmotor für 6900 kW bestehender Umformersatz. Die beiden Generatoren können in Parallelschaltung mit 200 V, 32 000 A oder in Reihenschaltung mit 400 V, 16 000 A betrieben werden.

Drehstrommaschinen.

Als Beispiel großer Wasserkraftmaschinen seien vier Maschinen für Finnland erwähnt mit je 34 000 kVA Leistung, $\cos\varphi = 0{,}8$, 10,5 kV, Drehzahl 100 U/min + 165 %.

Für das Bahnkraftwerk Muldenstein wurde ein neuer Einphasen-Turbogenerator für 14 300 kVA $\cos\varphi = 0{,}7$, 6000 V, 16⅔ Hz geliefert.

Beachtenswert sind ferner 2 große Turbogeneratoren für japanische Kraftwerke[3]), eine 60 Hz-Maschine für 44 000 kVA und eine 50 Hz-Maschine für 62 500 kVA, beide für 12 000 V, von denen die erste noch durch Teilung des Gehäuses in fertig gewickeltem Zustand transportfähig gemacht werden konnte, während die zweite einteilig für Schichtung und Wicklung im Kraftwerk ausgeführt wurde. Sehr bemerkenswert sind auch die Fortschritte, die im Bau von Ljungströmgeneratoren erzielt wurden, bei denen die Läufer im Interesse ruhigen Laufes eine weit über der Nenndrehzahl liegende Eigenschwingungszahl besitzen und aus diesem Grunde möglichst kurz gehalten werden. Zur Zeit ist die größte bisher ausgeführte Maschine für 40 000 kVA bei 3000 U/min im Bau.

Für das Stauwerk Baldeney wurde eine bemerkenswerte Asynchronmaschine geliefert, die mit einer Kaplanturbine gekuppelt ist. Diese soll sowohl als Kraftturbine als auch als Speicherpumpe arbeiten können[4]). Die Asynchronmaschine hat zwei getrennte Ständerwicklungen für 24 und 18 Pole und einen Käfiganker. Sie läuft als Asynchrongenerator mit 255 U/min und gibt dann 1100 kW ab bei 1200 V und $\cos\varphi = 0{,}83$ und als Asynchronmotor mit 326 U/min für 1300 kW bei 1600 V, $\cos\varphi = 0{,}86$.

Für den großen Überseedampfer „Scharnhorst" wurden erstmalig zum Antrieb der beiden Schrauben 2 Synchronmotoren von je 10 000 kW Leistung bei 3000 V und 130 U/min geliefert. Der Anlauf erfolgt asynchron bei stark reduzierter Frequenz des zugehörigen Turbogenerators, die Drehzahlregelung durch Änderung der Frequenz des Generators. Besondere Sorgfalt wurde dabei auf Feuchtigkeitsbeständigkeit der Hochspannungswicklung verwendet (Probespulen hielten eine Durchschlagspannung von 5000 V gegen ein Salzwasserbad über 6000 h aus).

Die Verwendung von polumschaltbaren Motoren (bis zu 4 Polzahlen) nimmt immer weitere Verbreitung an.

Der Siegeszug des Käfigankermotors geht weiter. Als Beispiel, was man heute erreichen kann, sei ein Dreinutmotor für 900 kW erwähnt, der unmittelbar aufs Netz geschaltet wird und dabei das 1,2fache Nennmoment entwickelt bei nur 2,5facher Nennstromaufnahme. Käfigankermotoren für dieselbe Leistung, polumschaltbar von 1000 auf 750 U/min, sind für eine Schöpfwerksanlage in Oldersum geliefert worden.

Als Sondermaschine ist ein Hochfrequenzgenerator für 50 kW, 230 V, 270/625 Hz bei 810/1875 U/min erwähnenswert, vor allem deswegen, weil die Maschine gleichzeitig mit einem 50periodigen Netzstrom belastet wird, der 75 % des Generator-Hochfrequenz-Nennstromes beträgt.

Von Wechsel- und Drehstrom-Kommutator-Maschinen seien erwähnt: ein Drehstrom-Reihenschlußmotor von 350 kW bei 5000 V, 750 U/min, regelbar zwischen 350 und 900 U/min, als bisher größte Type; zwei Drehstrom-Nebenschlußmotoren für ein Baggerfahrwerk, deren Gleichlauf bei feststehenden Bürsten durch Spannungsregelung mittels Drehreglers gesichert wird. Beachtliche Fortschritte in der Stromwendung von Drehstrom-Nebenschlußmotoren wurden durch Anordnung einer besonderen Hilfswicklung mit entsprechender Leistungssteigerung erzielt[5]), mit deren Hilfe zugleich auch eine Herabsetzung der Segmentspannung möglich ist.

[1]) ETZ 56 (1935) H. 20, S. 553 u. 561.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 16, S. 463.
[3]) Vgl. a. ETZ 56 (1935) H. 18, S. 511.
[4]) Z. VDI 78 (1934) S. 1183.
[5]) Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 85.

Digitized by Google

Transformatoren.

Im Transformatorenbau haben sowohl die verstärkte Beschäftigung am Inlandmarkt als auch der verschärfte Wettbewerb im Auslandsgeschäft auf die Entwicklung befruchtend eingewirkt. Wie die vor etwa 12 Jahren in der deutschen Praxis im Gegensatz zum gesamten Ausland eingeführte Sprungwellenprobe als Stückprüfung die Betriebsicherheit der deutschen Transformatoren erheblich

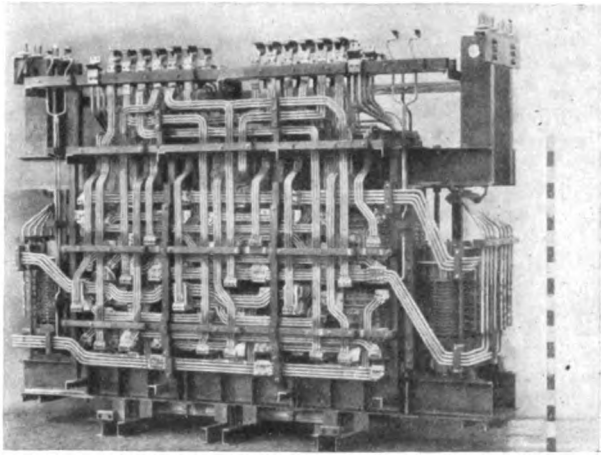


Abb. 1. Sondertransformator (7850 kVA) zur Speisung von zwei gittergesteuerten Großgleichrichtern je 5000 A.

gesteigert hat, so hat auch weiterhin die nach Erfindung und Vervollkommnung des Kathodenstrahl-Oszillographen möglich gewordene Gewitterforschung einen weiteren Antrieb zum Bau gewittersicherer Transformatoren gegeben. Insbesondere ist hier die Erforschung der Schwingungsvorgänge in der Wicklung mit Hilfe des Kathodenstrahl-Oszillographen und die des Einflusses des Wicklungsaufbaues auf den Verlauf dieser Ausgleichschwingungen erfolgreich fortgesetzt und in der Praxis nutzbar gemacht worden.

In konstruktiver Hinsicht setzt sich die Ölselbstkühlung gegenüber der Umlaufkühlung mehr und mehr durch. Solche Transformatoren mit Kühltaschen werden heute ohne Schwierigkeiten bis etwa 15 000 kVA gebaut.

An Sondertransformatoren sind zu erwähnen: Schweißtransformatoren mit im Verhältnis 1 : 10 regelbarer Kurzschlußinduktivität sowie Gleichrichtertransformatoren bis zu 10 000 A Gleichstrom (Beispiel s. Abb. 1).

Zur raschen Bereitstellung größerer Energiemengen bei plötzlich auftretendem Bedarf oder bei Ausfällen durch Schäden wurden fahrbare Transformatoren und Umspannwerke bis zu beträchtlichen Leistungen entwickelt.

Im Meßwandlerbau wurden Kombinationen von Strom- und Spannungswandlern im gemeinsamen Kasten bis zu 200 kV Betriebspannung geschaffen. Infolge der erhöhten Ansprüche an die Belastbarkeit dieser Höchstspannungs-Meßwandler setzt sich der einstufige Wandler dem Kaskadenwandler gegenüber wieder mehr und mehr durch.

Weitere Fortschritte wurden erzielt im Bau von P r ü f transformatoren, die heute bis 1 Mill V in einer Einheit hergestellt werden. Über eine eigenartige Kombination eines Transformators mit Fischer-Wicklung und eingebauten Ventilröhren zur Erzeugung hochgespannten Gleichstromes ist bereits früher berichtet worden[6]).

Verschiedenes.

An Sondermaschinen seien noch erwähnt: Doppel-Pendelmaschine für 530 kW Aufnahmeleistung zum Rückarbeiten aufs Netz sowie einige für Papierherstellung gebaute Motoren, die in Zellulosekocher unmittelbar eingebaut sind und daher von gesättigtem, 80 bis 100 ° heißem Wasserdampf umspült sind. Die Kühlung erfolgt durch Zufuhr von Frischluft unter geringem Überdruck, so daß das Eindringen von Wasserdampf ins Motorinnere verhindert wird. Die Wicklungen sind asbestisoliert.

Zur Verbesserung des Leistungsfaktors der Drehstrommotoren und sonstigen induktiven Verbraucher wird in immer weitergehendem Maße von Kondensatoren größerer Leistung Gebrauch gemacht. So wurde u. a. eine Kondensatorenbatterie von 40 Einheiten zu je 300 kVA, also insgesamt 12 000 kVA bei 10 kV und 50 Hz aufgestellt. Die Kondensatoren sind nach einem besonderen Paketverfahren aufgebaut und in einem Ölkessel untergebracht.

[6]) ETZ 55 (1934) S. 603.

5. Schaltanlagen und Schalteinrichtungen.

Die lebhafte Bautätigkeit auf dem Schaltanlagengebiet im vergangenen Jahr hat die Möglichkeit geschaffen, die neuen Entwicklungslinien auf diesem Gebiet in zahlreichen Ausführungen zu verwirklichen. Hierbei wurde in Verbindung mit der fortschreitenden Einführung von öllosen und ölarmen Schaltern, deren Bau sich inzwischen alle einschlägigen Firmen zugewendet haben, vor allem den neuzeitlichen Forderungen nach Erhöhung der Betriebs- und Bedienungsicherheit bei der Gestaltung der Anlagen Rechnung getragen.

Für den Aufbau von Innenraum-Schaltanlagen setzt sich immer mehr die Erkenntnis durch, daß die Möglichkeit von Schaltfehlern und Unfällen wesentlich vermindert wird, wenn sämtliche Geräte eines Abzweiges in einer Zelle untergebracht und somit nur von einer Stelle aus bedient werden können. Die sich hieraus ergebenden „Eingeschoßanlagen", die neben ihrer großen Übersichtlichkeit zugleich auch den kleinsten Raumbedarf aufweisen und an die Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals erheblich geringere Anforderungen als die früheren „Mehrgeschoßanlagen" stellen, haben sich in der Praxis gut bewährt. Abb. 1 zeigt als Beispiel eine „Eingeschoßanlage" für 45 kV Betriebspannung mit Doppelsammelschienen für ein Umspannwerk. Infolge der zwangläufigen kinematischen Kupplung zwischen dem Leistungschalter und den angebauten Trennschaltern wird eine Fehlbetätigung der letzteren unter Last unmöglich gemacht.

Auf den Lichtbogenschutz in Hochspannungs-Schaltanlagen sollte man nicht verzichten, d. h. bei Entstehen eines Lichtbogens in einer Zelle muß der Übertritt dieses Lichtbogens in eine Nachbarzelle vermieden werden, und es ist auch dafür zu sorgen, daß der Metalldampf, der im

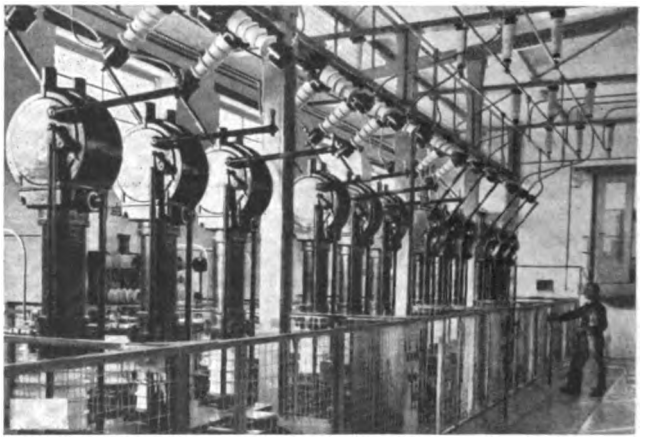
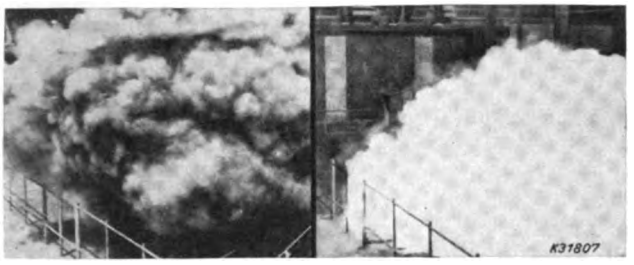


Abb. 1. Bedienungsgang einer 45 kV-Schaltanlage mit Expansionsschaltern in Säulenbauform für Reihe 45 und zwei angebauten Trennarmen.

Lichtbogen entsteht, möglichst wenig Schaden anrichten kann. Die Fragen „Lichtbogenschutz" und „Trennschalter-Verriegelungen" sind im Augenblick Gegenstand eifri-

Digitized by Google

ger Erörterungen. Da gute Trennschalter-Verriegelungen das Entstehen von Lichtbögen an den Trennschaltern verhindern, glauben die Vertreter der einen Richtung auf Trennwände verzichten zu können. Die andere Seite hält an den Trennwänden fest, da doch auch an anderen Stellen als an Trennschaltern Lichtbögen auftreten könnten.



Kupfer Aluminium

Abb. 2. Auswirkungen eines Schaltanlagen-Kurzschlusses bei Aluminium- und bei Kupferschienen.

Besonderes Interesse wurde der Verwendung von Aluminium in der Schaltanlage gewidmet, und zwar zeigt sich hier, daß, abgesehen von Anlagen mit besonders großen Wechselstromstärken, die Einführung des Aluminiums praktisch keine Nachteile, u. U. sogar Vorteile mit sich bringt. Wenn man nämlich die Eigenschaften des Aluminiums mit denjenigen des Kupfers vergleicht, dann sollte man nicht die spezifischen Werte zum Vergleich heranziehen, sondern leitwertgleiche Querschnitte der beiden Metalle untersuchen. Was den Hochspannungslichtbogen anbetrifft, so hat sich gezeigt, daß die Begleiterscheinungen eines Hochspannungslichtbogens, bei dem Aluminium zum Schmelzen und zum Verdampfen gebracht wird, nicht so unangenehm sind wie bei einem Kupferlichtbogen[1]). Großversuche haben dies bestätigt. Abb. 2 zeigt als Beispiel links den Kurzschluß einer Kupfersammelschiene, bei dem ein Strom von 25 000 A auftrat, und rechts den entsprechenden Kurzschluß einer Aluminium-Sammelschiene bei derselben Stromstärke. Es ergab sich, daß der im Aluminium-Kurzschluß auftretende Metalldampf sich schneller als der Kupferdampf verflüchtigte und daß unvergleichlich weniger Rückstände beim Aluminium-Kurzschluß als beim Kupfer-Kurzschluß festzustellen waren. Im letzteren Falle war ein Teil der Hochspannungszellen mit verflüssigtem und dann kalt gewordenem Kupfer überzogen und außerdem war die ganze Umgebung mit einem gelblichen Kupferoxydstaub bedeckt. Beim Aluminium-Kurzschluß ließen sich derartige Rückstände kaum feststellen. Hinzu kommt, daß diese Rückstände bei Kupfer leitend sind, während sie bei Aluminium einen Nichtleiter darstellen. Die im Lichtbogen verbrannte Metallmenge war bei dem Aluminium-Kurzschluß größer als beim Kupfer-Kurzschluß, aber im Gegensatz zu Freileitungsanordnungen spielt diese Tatsache hier keine nachteilige Rolle.

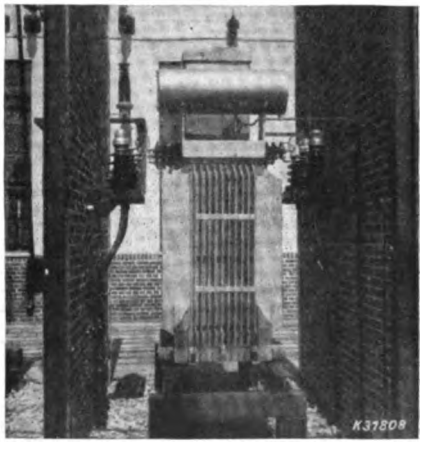


Abb. 3. Feuersichere Trennwände zwischen Freiluft-Umspannern.

Auf dem Gebiet der Freiluft-Schaltanlagen, namentlich in Deutschland, läßt sich feststellen, daß auch hier die ölarmen und öllosen Schalter die Ölschalter mit Rücksicht auf die Brandgefahr verdrängen. Die Transformatoren versucht man in größeren Abständen voneinander aufzustellen, als dies bisher üblich war. Bei kleinen Abmessungen der Grundstücke werden dicht nebeneinanderstehende Transformatoren durch feuersichere Wände getrennt (Abb. 3). Die Anhäufung wichtiger Apparate an einer Stelle sucht man möglichst zu vermeiden, d. h. eine luftige Bauweise wird bevorzugt. Wenn man die Stromwandler nicht in die Schalter selbst einbaut, dann sind durch den Zusammenbau des Hochspannungs-Stromwandlers mit dem Hochspannungs-Spannungswandler in einem Gefäß Vereinfachungen im Platzbedarf zu erzielen.

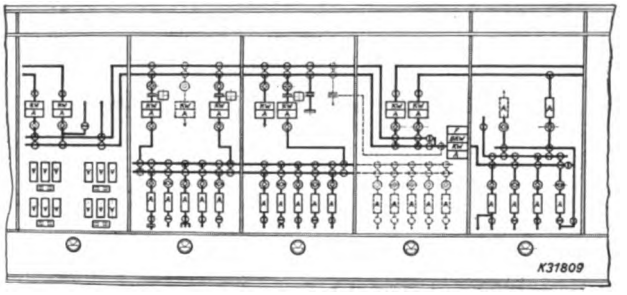


Abb. 4. Anordnung des Netzbildes und der Fernmeßempfangsinstrumente auf einer Lastverteiler-Schalttafel.

Im Schalttafel- bzw. Wartenbau ist man bei der Verwendung der bisher üblichen Instrumentengrößen geblieben. Es werden jedoch hier und da außer runden und Profilinstrumenten auch Instrumente in quadratischer Form verwendet, wie sie in den letzten Jahren infolge ihres geringen Platzbedarfs in Amerika vielfach bevorzugt wurden. Neben der bisherigen „Breitfeld-Schalttafel" ist auch die „Schmalfeld-Schalttafel" wieder zunehmend verwendet worden[2]). Die schreibenden und zählenden Geräte sowie die Strom- und Spannungsregler der Maschinen werden dann auf besonderen Tafeln der Warte zusammengefaßt. Diese Art der Aufteilung ermöglicht es, die Warte gegenüber der bisherigen Bauweise verhältnismäßig klein zu halten und somit an Baukosten zu sparen.

Auch der Ausbildung von Netzwarten ist in den letzten Jahren besondere Aufmerksamkeit gewidmet worden, da sie mit zunehmender Vergrößerung der Hochspannungsnetze an Bedeutung gewinnen. Besonders ist dies der Fall, wenn im Hochspannungsnetz Störungen auftreten, denn dann ist die Beobachtung und die Beseitigung der Störungen von einer zentralen Überwachungstelle aus notwendig, die nicht nur über die Vorgänge im einzelnen Kraftwerk, sondern über die Gesamtvorgänge im Netz unterrichtet ist. In einer derartigen Netzwarte sind Rückmeldungseinrichtungen und Fernmeßeinrichtungen mit Fernbetätigungsanordnungen übersichtlich vereinigt (Abb. 4). Im Augenblick wird an der technischen Vervollkommnung der Ausrüstung derartiger Netzwarte eifrig gearbeitet.

[1]) AEG-Mitt. (1927) S. 245.

[2]) Ein Ausführungsbeispiel wird von F. Klostermann in einem der nächsten Hefte der ETZ gezeigt werden.

Digitized by Google

6. Schutz- und Steuereinrichtungen mit Relais.

Die Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiete der Schutzrelais, d. h. Distanz-, Differential-, Erdschluß-, Richtungs- und Überstromzeitrelais, erstreckten sich im verflossenen Jahre hauptsächlich auf konstruktive und schaltungstechnische Verbesserungen bzw. Vereinfachungen an bestehenden Ausführungen[1]). Eigentliche Neuerungen wurden nicht herausgebracht. Man war vielmehr bemüht, nach der stürmischen Entwicklung in den letzten Jahren ausreichende Erfahrungen zu sammeln und die gewonnenen Erkenntnisse praktisch zu verwerten [z. B. beim Schnelldistanzschutz[2]) (Abb. 1), Hochfrequenz - Selektivschutz[3]) usw.].

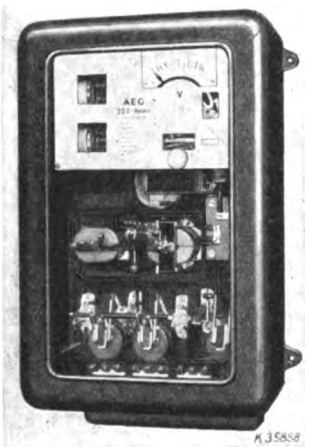


Abb. 1. Schnelldistanzrelais SD2.

Bei den übrigen Relais, wie Signal-, Zwischen-, Zählrelais u. dgl., liegen die Verhältnisse ähnlich. Etwas reger gestaltete sich die Entwicklung auf dem Gebiete der Photozellenrelais. So wurden z. B. die Dämmerungsanzeiger, das sind Relais für die Zu- und Abschaltung von Beleuchtungsanlagen in Abhängigkeit von der Tageshelligkeit, ferner die Photozellenrelais zur Steuerung von Ölfeuerungsanlagen, die Relais für photoelektrische Zugbeeinflussung[4]) sowie zur Steuerung von Rolltreppen, Werkzeugmaschinen u. dgl. wesentlich vereinfacht und verbessert[5]).

[1]) Vgl. den Bericht des Vorjahres, ETZ 55 (1934) S. 631.
[2]) AEG-Mitt. (1935) H. 3.
[3]) ETZ 55 (1934) S. 181.
[4]) Z. ges. Eisenb.-Sicher.-Wes. 1935, H. 1.
[5]) Z. VDI 78 (1934) S. 935. AEG-Mitt. (1935) H. 2. ETZ 56 (1935) S. 307.

Die Erkenntnis, daß Schutzrelais ähnlich wie Zähler zum einwandfreien Arbeiten im Betrieb einer periodischen Überprüfung bzw. Überholung bedürfen, setzt sich erfreulicherweise nunmehr auch bei den Betriebsverwaltungen von Elektrizitäts- und Industriewerken in stärkerem Maße immer mehr durch. Die Entwicklung der Relaisprüfeinrichtungen (Abb. 2) erhielt dadurch einen besonderen Anstoß. Für Schutzrelais, insbesondere für Distanzrelais, wurden tragbare Prüfeinrichtungen geschaffen, die sich dadurch auszeichnen, daß sie sehr bequeme Anschlüsse aufweisen und die Messungen in Verbindung mit Meßgeräten und Sekundenmessern in kürzester Zeit ausführen lassen[6]).

Abb. 2. Tragbare Relaisprüfeinrichtung.

[6]) Siemens-Z. 12 (1932) S. 171.

7. Hochspannungstechnik.

Die fortschreitende Erkenntnis und die damit Hand in Hand gehende technische Entwicklung hat es mit sich gebracht, daß die Konstruktionen immer besser und zuverlässiger wurden. So kann man sagen, daß Störungen dadurch, daß ein Teil der Anlage den betriebsmäßigen Beanspruchungen nicht gewachsen ist, sehr selten geworden sind und daß infolgedessen eine äußere Störungsquelle sehr stark in den Vordergrund gerückt ist: die atmosphärische Entladung. So beschäftigte sich im verflossenen Jahr eine sehr große Zahl von Arbeiten mit Fragen, die hiermit in Zusammenhang stehen.

Auf der einen Seite suchte man das Wesen des Gewitters und des Blitzes weiter zu klären[1]). Daß der Blitz keine Schwingung, sondern eine aperiodische Entladung ist, kann als festgestellt gelten. Von größtem Interesse ist, daß auch die Vorstellung eines in seiner ganzen Länge leitenden „Blitzkanals" nicht zutrifft, sondern daß der Blitz im allgemeinen aus einer mit etwa 0,5 bis 15 % der Lichtgeschwindigkeit von der Wolke zur Erde vorwachsenden Vorentladung und einer nachfolgenden entgegengesetzt gerichteten Hauptentladung besteht, die fast eine Größenordnung schneller verläuft (Abb. 1, ETZ 56 (1935) H. 15, S. 417). Trotzdem aber ist die Entladung im untersten Teil der Blitzbahn im wesentlichen schon beendet, wenn der Blitz die Wolke erreicht hat. Auch Laboratoriumsversuche über den Luftdurchbruch führten zu Ergebnissen, die das zu bestätigen scheinen.

Die Messung der Blitzstromstärke ist weiter fleißig fortgesetzt worden[2]). Die Ergebnisse decken sich im wesentlichen mit früheren Messungen; besonders zu erwähnen ist, daß nunmehr auch in Deutschland vereinzelt Blitzstromstärken von 100 000 A gemessen worden sind. Die höchste Stromstärke im getroffenen Mast betrug 60 000 A. Auch die Ansicht, daß der rückwärtige Überschlag vom getroffenen Mast auf die Leitung in den meisten Fällen die Störungsursache ist, hat sich bestätigt. In Übereinstimmung damit wird immer wieder festgestellt, daß gute Masterdung ein ganz wesentliches Hilfsmittel zur Verminderung der Störungen ist. Mit Einzelheiten, die mit der Frage der Erdung in Zusammenhang stehen, beschäftigt sich eine größere Zahl von Arbeiten[3]).

[1]) Aigner, Diss. Berlin, Ber. ETZ 55 (1934) S. 751; ETZ 55 (1934) S. 775; ETZ 55 (1934) S. 842; ETZ 55 (1934) S. 936; VDE-Fachber. 1934, S. 44; ETZ 56 (1935) S. 417; ETZ 56 (1935) S. 725.

[2]) Elektr.-Wirtsch. 33 (1934) S. 417; ETZ 56 (1935) S. 108; ETZ 56 (1935) S. 393; ETZ 56 (1935) S. 475.
[3]) ETZ 55 (1934) S. 723; ETZ 56 (1935) S. 313; ETZ 56 (1935) S. 411; ETZ 56 (1935) S. 474.

Digitized by Google

Interessant ist, daß die magnetisch induzierten Spannungen den rückwärtigen Überschlag begünstigen[4]). Die statistische Auswertung[5]) der heute recht zahlreich vorliegenden Messungen gibt wichtige Hinweise. Die Ansicht, daß Kopfstationen wegen der Reflexion der Wanderwelle wesentlich gefährdeter seien als Durchgangstationen, scheint nicht zuzutreffen. Der Schutzwert genügend langer Kabel dagegen bestätigt sich.

Mit den wachsenden Erkenntnissen über die Störvorgänge hat die Entwicklung der Überspannungsableiter Schritt gehalten[6]). Heute stehen Konstruktionen zur Verfügung, die wirklich erhebliche Stromstärken zur Erde abzuleiten vermögen, so daß sie einen wirksamen Schutz darstellen. Diese Apparate haben sich infolgedessen, nachdem jahrelang Überspannungsableiter als zwecklos galten, in erheblichem Umfange eingeführt. Daß die Ableiter, die große Ströme abführen sollen, dies nicht können, wenn der Erdungswiderstand zu groß ist, ist verständlich. Die von amerikanischer Seite vorgeschlagene Verbindung der Erdklemme des Ableiters mit der Niederspannungseite erscheint allerdings nicht ganz unbedenklich[7]). Zu beachten ist, daß der Ableiter möglichst verzögerungsfrei ansprechen muß. Auch in dieser Beziehung sind Fortschritte erzielt worden.

Für Forschung und Wirtschaft spielen die Stoßanlagen, die im Laboratorium die natürlichen Beanspruchungen nachahmen sollen, eine große Rolle. Die Spannungen sind immer weiter gesteigert worden, z. T. durch Verwendung elektrostatischer Einrichtungen[8]). Auf der anderen Seite versucht man auch die hohen Stromstärken künstlich zu gewinnen[9]). 100 0000 A sind (allerdings bei oszillierender Entladung) erreicht. Neben der Höhe der Spannung, die der Blitz mit sich bringt, ist auch die Tatsache gefährlich, daß die sehr schnell verlaufenden Vorgänge z. B. in der Transformatorwicklung eine ganz andere Spannungsverteilung als die normale hervorrufen. Hier müssen besondere Maßnahmen getroffen werden; entweder sorgt man für genügend hohe elektrische Festigkeit oder man sucht, wie neuerdings in Nordamerika, auch bei Stoßbeanspruchung gleichmäßige Spannungsverteilung zu erreichen[10]). Die Ausbreitung der Störungen konnte weiter geklärt werden. Über Einzelheiten des Wanderwellenvorganges, den Einfluß der Korona, des endlichen Erdbodenwiderstandes u. a. m. erschien eine Reihe von Veröffentlichungen[11]). Zunächst vielleicht praktisch weniger wichtig, aber vom physikalischen Standpunkt aus gesehen sehr interessant ist die Tatsache, daß der Kugelblitz, dessen Existenz bisher oft angezweifelt worden war, Wirklichkeit zu sein scheint. Eine derartige Erscheinung[12]) ist auch im Lichtbild festgehalten worden (Abb. 1).

Über den Vorgang des Durchschlags der Luft oder der Gase können wir uns heute brauchbare Vorstellungen machen. Trotzdem bleiben noch viele Fragen offen, so daß sich eine große Zahl von Veröffentlichungen mit der Frage nach dem Durchschlag bei höheren Drucken, dem Durchschlag bei verschiedenem zeitlichen Verlauf der Spannung und bei verschiedenen Feldformen befaßt[13]). Ferner wurde der Einfluß von Staub, einerseits in der Luft selbst, anderseits auf den Elektroden, genauer erforscht[14]). Wesentlich ist hier die Leitfähigkeit des Staubes; in der Luft schwebend ist er ohne, auf den Elektroden von großem Einfluß. Schließlich wurde der Koronaverlust[15]) weiter messend untersucht, wobei seine Abhängigkeit von sehr vielen Einflüssen (Fett und Schmutz auf der Seiloberfläche u. a. m.) festgestellt wurde. Diesen mehr praktischen Untersuchungen lief der Ausbau der Theorie parallel.

Die Frage nach dem Durchschlagsvorgang bei flüssigen und festen Isoliermaterialien liegt noch nicht klar, ein zusammenhängendes Bild können wir uns leider noch nicht machen. Hinzu kommt, daß die praktischen Isolierstoffe (z. B. Hartpapiere) größtenteils stofflich sehr verwickelt zusammengesetzt sind, so daß wir mit der Aufklärung des Durchschlagsvorgangs selbst dann noch nicht rechnen können, wenn der Durchschlag von Stoffen, die einen einfachen Aufbau aufweisen, durchforscht ist. Die auf diesem Gebiet geleistete, ganz außerordentlich große Arbeit[16]) läßt sich im großen und ganzen in zwei Klassen einteilen: einmal Untersuchungen, die Licht in den grundsätzlichen Vorgang des Durchschlags bringen wollen, also Forschungsarbeiten im engeren Sinne, dann diejenigen, die sich mehr mit der Aufklärung praktischer Fragen beschäftigen. Hier spielt zunächst, seiner praktischen Bedeutung entsprechend, das Öl eine große Rolle. Aber auch die festen Materialien wurden weiter behandelt.

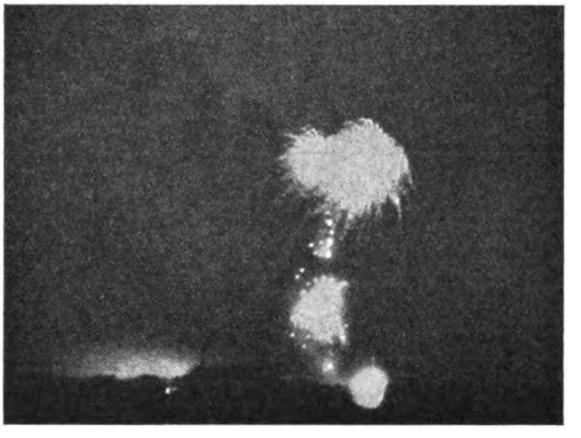


Abb. 1. Aufnahme eines Kugelblitzes.

Bei allen diesen Untersuchungen entstanden viele Meßschwierigkeiten[17]). Daß die Eichwerte für die Kugelfunkenstrecke für höhere Spannungen keinen Anspruch auf Zuverlässigkeit machen können, da sie aus den Peekschen Angaben extrapoliert sind, ist ziemlich unbestritten. Ebenso machte die weitere Klärung des Verhaltens der Funkenstrecke bei Stoßspannungsmessung viele Untersuchungen nötig. Dem praktischen Bedürfnis entsprechend wurde eine große Zahl von Meßeinrichtungen neu entwickelt, unter denen besonders Verfahren zur Bestimmung des Verlustwinkels und solche zur Messung des effektiven Wertes hoher Spannungen eine große Rolle spielen[18]).

Der VDE hat sich der besonders wichtigen Frage der Stoßspannungsprüfung angenommen und „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungstößen" ausgearbeitet, die durch eingehende Erklärungen erweitert wurden[19]).

[4]) ETZ 56 (1935) S. 497.
[5]) ETZ 55 (1934) S. 133, 158, 243.
[6]) ETZ 55 (1934) S. 733, 765, 782.; Siemens-Z. 14 (1934) S. 281.
[7]) ETZ 55 (1934) S. 281.
[8]) ETZ 55 (1934) S. 522; ETZ 55 (1934) S. 901; ETZ 55 (1934) S. 911; Hescho-Mitt., Heft 71/72, S. 2253.
[9]) ETZ 55 (1934) S. 1181.
[10]) ETZ 55 (1934) S. 901.
[11]) ETZ 55 (1934) S. 582; ETZ 55 (1934) S. 697; ETZ 55 (1934) S. 702; ETZ 56 (1935) S. 530.
[12]) ETZ 56 (1935) S. 440.
[13]) Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 105; Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 296; ETZ 55 (1934) S. 1132; Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 341, ETZ 55 (1934) S. 1132; Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 130; ETZ 55 (1934) S. 824; ETZ 56 (1935) S. 65; ETZ 56 (1935) S. 75; ETZ 56 (1935) S. 369; ETZ 56 (1935) S. 386; ETZ 56 (1935) S. 441.
[14]) Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 485; ETZ 55 (1934) S. 1086; ETZ 55 (1934) S. 936.
[15]) ETZ 56 (1935) S. 3; ETZ 56 (1935) S. 323; Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 411; ETZ 56 (1935) S. 42.
[16]) Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 55; Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 95; ETZ 55 (1934) S. 752; Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 206; Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 519; ETZ 56 (1935) S 42; Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 671; ETZ 56 (1935) S. 491; Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 192; ETZ 56 (1935) S. 491; ATM V 339—6; ETZ 55 (1934) S. 748; Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 112; ETZ 55 (1934) S. 556; ETZ 55 (1934) S. 573; ETZ 55 (1934) S. 809; ETZ 55 (1934) S. 824; ETZ 55 (1934) S. 1058; ETZ 55 (1934) S. 1230; ETZ 55 (1934) S. 1269; VDE Fachberichte 1934, S. 41; Siemens Z. 14 (1934) S. 88.
[17]) Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 145; ETZ 55 (1934) S. 689; ETZ 56 (1935) S. 423.
[18]) Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 310; ETZ 55 (1934) S. 833; ETZ 56 (1935) S. 59.
[19]) ETZ 54 (1933) S. 290; ETZ 55 (1934) S.522.

Digitized by Google

8. Stromrichter.

Das Jahr 1934 ist gekennzeichnet durch die Weiterentwicklung gittergesteuerter Stromrichter in Glas- und Eisengefäßen mit Quecksilber- und Glühkathoden für die verschiedensten Regel- und Schaltprobleme sowie durch die Weiterentwicklung der zugehörigen Steuerungen.

Bei den großen Leistungen traten die besonderen Vorteile der schroffen Gittersteuerungsverfahren immer mehr in den Vordergrund.

Hinsichtlich der im Vergleich zu Hochvakuumröhren beschränkten Steuerbarkeit der Stromrichtgefäße mit Dampf- oder Gasfüllung hat sich Grundsätzliches nicht geändert; die eingebauten Gitter regeln nur den Zündeinsatz, nicht aber den weiteren Verlauf der Entladung oder deren willkürliche Unterbrechung. Die bisherigen Anwendungsgebiete der Stromrichter bedienen sich ausschließlich dieser in gewissem Sinne unvollkommenen Steuerverfahren. Trotzdem wurden aber die Forschungsarbeiten zur Vervollkommnung der Steuerung, insbesondere zur Löschung des Lichtbogens mit Hilfe der Gitter fortgesetzt. Auch hinsichtlich der Zündung und Erregung der Stromrichtgefäße wurde an den bekannten Verfahren und Einrichtungen festgehalten, da andere, vor allem im Ausland entwickelte Verfahren keine Vorteile versprachen.

Bei Eisengleichrichtern erstrebte man im großen und ganzen weniger eine Erhöhung der Stromstärke je Gefäßeinheit als vielmehr die Erreichung größter Betriebsicherheit und günstigerer Werte für den Lichtbogenabfall. Im Prüffeld wurde die mit einem Gefäß erzeugte Gleichspannung bis auf 50 000 V getrieben. Besondere Erwähnung verdienen luftgekühlte Eisengleichrichter für hohe Spannungen und mäßige Stromstärken.

Mit gittergesteuerten Glasgleichrichtern wurden Anlagen bis zu 2000 A Gesamtkapazität errichtet. Die Nennstromstärke der Einzelgefäße lag meist bei 400 A und darunter.

Die Einrichtungen für die Gittersteuerung wurden weiter vervollkommnet. Besondere Erwähnung verdienen die rein statischen Einrichtungen unter Verwendung von kleinen Hilfsentladungsröhren und von Gittertransformatoren höherer Sättigung. Bei beiden Anordnungen wird unter Ausschluß beweglicher Teile erreicht, daß ähnlich wie bei den mechanischen Steuereinrichtungen (umlaufende Schaltwalzen u. dgl.) die Gitterspannung im Augenblick der beabsichtigten Zündung genügend steil verläuft und so den Zündzeitpunkt unabhängig von der Höhe des Dampfdruckes im Entladungsgefäß genau festlegt. Einen Beweis für die Zuverlässigkeit dieser Steuerung bietet ihre Anwendung bei Umrichtern, die bekanntlich höchste Steuergenauigkeit erfordern.

Während die Anwendungsgebiete im großen und ganzen dieselben geblieben sind wie im früheren Berichtsjahr, so hat sich doch die Zahl der praktischen Ausführungen wesentlich erhöht. Vor allem kann auch auf eine größere Anzahl von Auslandslieferungen hingewiesen werden. Die Gittersteuerung wird neuerdings fast bei allen Gleichrichteranlagen verlangt; häufig wird sie lediglich zu dem Zweck bestellt, das Hochfahren eines Gleichstromnetzes zu erleichtern oder zur stetigen Feinregelung der Spannung zwischen zwei Anzapfstufen des Stromrichtertransformators. Immer mehr Anklang findet auch das willkürliche Abschalten durch die Gittersteuerung, wodurch abgesehen von besonderen Fällen das Ansprechen des Schnellschalters im Gleichstromkreis vermieden wird.

Große Neuanlagen mit Stromrichtern für die elektrochemische Industrie, vor allem die Aluminiumelektrolyse, wurden in Betrieb gebracht. Besondere Aufmerksamkeit wurde dem Parallelbetrieb einer größeren Anzahl von Gleichrichtereinheiten mit Hilfe der Gittersteuerungsregelung gewidmet. Auf diese Weise wurde eine Anlage mit einer Gesamtstromstärke bis 80 000 A bei 500 V erstellt und in Betrieb gebracht, daneben noch ebensolche Anlagen mit beachtlichen Stromstärken von 30 000 A. Die angewendeten Schaltungen dieser Anlagen ermöglichen einerseits die Regelung der gesamten Anlageleistung im Spannungsbereich zwischen Null und voller Spannung von einem einzigen Handgriff aus, anderseits die Einstellung der Lastaufnahme der einzelnen Stromrichtereinheiten durch Zwischenregler.

Eingehende theoretische und experimentelle Untersuchungen wurden angestellt, um die Frage der Rückwirkungen von Stromrichtern auf das speisende Drehstromnetz zu klären. Sie gewinnen in dem gleichen Maß an Bedeutung, wie die Verwendung der Stromrichter für die verschiedensten Zwecke ansteigt und damit deren Anteil an der Gesamtlast, der heute meist noch verschwindend ist, einen beachtlichen Wert erreicht. Bei größeren Stromrichteranlagen wird heute die Zahl der Phasen auf 12 bzw. 24 erhöht. Ferner ist darauf zu achten, daß die speisenden Drehstromgeneratoren mit einer genügend großen Dämpferwicklung ausgerüstet sind, damit sie nicht infolge der Stromrichterbelastung in ihrer Ausnutzbarkeit beeinträchtigt werden.

In der Weiterentwicklung von Umrichteranlagen und -schaltungen wurden beachtliche Fortschritte erzielt. Durch Bestellung einer weiteren Anlage durch die Reichsbahn besteht bei der Reichsbahn die Möglichkeit, in nächster Zeit mehrere Umrichtersysteme im praktischen Betriebe miteinander vergleichen zu können[1]). Bei den Elektrisierungsplänen der Reichsbahn muß der Umrichter als ernstlicher Wettbewerber der Maschinenumformer gewertet werden, der verschiedene Vorteile auf seiner Seite hat. Der im vergangenen Jahre von der Reichsbahn bestellte Umrichter von 4000 kVA für die Wiesentalbahn wird z. Z. nach erfolgter Abnahme in den Fabriken an Ort und Stelle aufgestellt.

In immer stärkerem Maße geht man bei regelbaren Gleichstrommotoren zur Speisung durch Gleichrichter über. Geregelt wird dabei entweder ausschließlich mit Hilfe der Gittersteuerung oder zum Zwecke der Leistungsfaktorverbesserung in groben Stufen mit Hilfe von Anzapftransformatoren, während die Gittersteuerung nur zur Feinregelung zwischen je zwei Stufen dient. Die vollständige Ausnutzung der Gittersteuerung für motorische Antriebe wird erst erreicht, wenn gleichzeitig Energierücklieferung in Frage kommt, wie bei Reversier-Walzwerken und vor allem bei Fördermaschinen. Die Vorteile liegen hierbei gegenüber Motorgeneratoren hauptsächlich in dem hohen Wirkungsgrad, der betrieblichen Vereinfachung und dem Wegfall schwerer Fundamente. Der erste große Fördermaschinenantrieb mit Stromrichtern für rd. 2000 kW ist im Bau begriffen.

Die Anwendung gittergesteuerter Stromrichter für Papiermaschinenantriebe, die einen besonders großen Regelbereich und große Genauigkeit in der Einhaltung der gestellten Drehzahl erfordern, ist mit vollem Erfolg durchgeführt worden. Dasselbe gilt für andere Regelantriebe der Industrie für mittlere Leistungen, für die in erster Linie Stromrichter mit Glasgefäßen verwendet wurden (Lüfterantriebe, Trockenantriebe für Brikettfabriken, Textilindustrie, Werkzeugmaschinenantriebe aller Art). Besonders erfolgreich zeigte sich die Anwendung der Stromrichter als Schalter für große Naht- und Punktschweißmaschinen für Aluminiumschweißen, wofür in erster Linie bei den großen Geräten der Quecksilberdampf-Stromrichter benutzt wurde. Auf diesem Gebiete ist aber auch der Glühkathoden-Stromrichter im letzten Jahre weiter eingedrungen. Seine Entwicklung wird begünstigt und überhaupt möglich gemacht durch die Schaffung fester serienmäßig hergestellter Typen. Es wurden Fortschritte in der Güteverbesserung der Glühkathoden-Stromrichterröhren bezüglich Lebensdauer und Betriebskonstanz gemacht. Auch die Erhöhung der Sperrspannungsgrenze über das bei typenmäßigen Röhren bisher Übliche, z. B. bei gesteuerten Stromrichterröhren mit Glühkathode auf über 20 kV, bei ungesteuerten über 30 kV, liegt im Rahmen der hauptsächlichsten Entwicklungsarbeit. Ver-

[1]) Vgl. Teilbericht 10, S. 710 dieses Heftes.

Digitized by Google

suche über die Erweiterung des Anwendungsgebietes der Glühkathoden in dem Bereich hoher Ströme über 100 A liegen gleichfalls vor.

Die Entwicklung der Hochspannungs-Gleichrichter machte weitere Fortschritte. Zahlreiche große Sendeanlagen wurden mit ihnen ausgerüstet. Auch hier bewährte sich die Abschaltung von Kurzschlüssen mit Hilfe der Gittersteuerung sehr gut. Die versuchsweise Steigerung der Betriebspannung bis auf 50 000 V und der Leistung bis 15 000 kW je Gefäß lassen die Anwendung dieser Apparate auch für größere Gleichstromübertragungen als nicht ganz abwegig erscheinen. — Für die Stromversorgung von Kinoprojektionslampen gewinnt der Glühkathoden-Stromrichter als Ersatz für den rotierenden Umformer mehr und mehr an Boden. Gegenüber dem Umformer besitzt er die wesentlichen Vorteile besserer Wirtschaftlichkeit, gänzlicher Geräuschlosigkeit und einfacherer Montage. Zu erwähnen ist schließlich noch die weitere Ausdehnung der Anwendung von Wechselrichterschaltungen, von denen hier als Beispiel für die Entwicklungsrichtung Wechselrichter für höhere Frequenzen, für Leuchtröhren, Kondensatorprüfungen und Wechselrichter für Notstromversorgung genannt seien.

Auch die sogenannten Lichtbogen-Stromrichter, die in erster Linie für hohe und höchste Gleichspannungen in Frage kommen, wurden im letzten Jahr weiter entwickelt[2]). Vor allem wurde die Zündanlage weiter vereinfacht: die Überschlagspannung für den zur Zündung erforderlichen Hilfslichtbogen läßt sich wesentlich niedriger halten als die Sperrspannung zwischen den Hauptelektroden.

Trockengleichrichter sind bis zu Einheiten von 1000 A lieferbar. Über ihre vielfachen Anwendungen ist im Bericht „Elektrizität in der Industrie“ (S. 713) einiges gesagt.

[2]) ETZ 55 (1934) S. 861; 56 (1935) S. 324, 514 u. 602.

9. Leitungsbau.

Kabel.

Die Fortschritte in der Starkstromkabeltechnik, insbesondere auf dem Gebiet der Trocknung und Imprägnierung der Papierisolierung, ermöglichten die Herabsetzung der Isolationsstärken der Kabel. Bei Kabeln für Nennspannungen bis 6 kV war auch eine Erhöhung der Leiterübertemperaturen und damit der zulässigen Belastung dieser Kabel möglich. Die durchgeführten eingehenden Untersuchungen und die gesammelten Betriebserfahrungen mit Kabeln fanden ihren Niederschlag in neu aufgestellten Vorschriften für Starkstromkabel (V.S.K. 1934[1]). Durch die Verringerung der Isolationsstärken der Kabel können erhebliche Mengen zum größten Teil ausländischer Rohstoffe gespart werden.

Gemäß einer Verfügung der Überwachungsstelle für unedle Metalle werden auch für inländische Kabel für Nennspannungen von über 1 bis 3 kV Aluminiumleiter verwendet[2]). Die Umstellung hat keinerlei Schwierigkeiten bereitet. Auch die Verbindungsstellen lassen sich elektrisch und mechanisch einwandfrei durch Schweißen oder Löten nach besonderen Verfahren herstellen.

Zur Erhöhung der Sicherheit der elektrischen Anlagen in Bergwerken unter Tage wurden die Streckenkabel mit einer besonderen Armatur versehen, die dem rauhen Betrieb Rechnung trägt. Ferner wurden Kabelmuffen entwickelt, die sich ohne Lötung oder Schweißung montieren lassen, nicht vergossen zu werden brauchen und den Schlagwettervorschriften genügen.

Freileitungen.

Im inländischen Freileitungsbau wurde die Umstellung auf deutsche Baustoffe restlos durchgeführt. Der Werkstoff Aluminium wird für alle Freileitungen bis zu den höchsten Nennspannungen verwendet. Während bisher die Stahlaluminiumleitungen nach dem leitwertgleichen Kupferquerschnitt aufgebaut und benannt waren, sind nunmehr diese Seile entsprechend der allgemeinen Verwendung von Aluminium im Freileitungsbau nach dem vorhandenen Aluminiumquerschnitt benannt worden. Die nach diesen Gesichtspunkten aufgebauten Stahlaluminiumseile sind in dem Normenblatt DIN VDE 8204 veröffentlicht. Bei der Neunormung wurde auch gleichzeitig die heute höhere Leitfähigkeit des Aluminiums berücksichtigt. Die neue Normentafel enthält auch Stahlaluminiumseile für kleine Querschnitte, bestehend aus einem Stahldraht und 6 Aluminiumdrähten gleichen Durchmessers[3]).

Die vermehrte Verwendung von Aluminium-, Stahlaluminium- und Aldreyleitungen brachte eine Weiterentwicklung der Klemmen und Verbinder für diese Leitungen. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Verbindung von Aluminium- mit Kupferleitungen geschenkt[4]). Stahlaluminiumleitungen werden in einfacher Weise mit Aluminium-Kerbverbindern verbunden. Auch die Verbindung der für 220 kV-Leitungen bestimmten Stahlaluminiumseile mit einem Durchmesser von 28 mm bereitet mit diesen Verbindern keinerlei Schwierigkeiten (Abb. 1).

Abb. 1. Stahlaluminiumseil, Anschliff des Kerbverbinders.

Zur Bekämpfung der für die Freileitungen gefährlichen Seilschwingungen wurden neben besonderen Klemmenkonstruktionen bisher allgemein schwingungsdämpfende Mittel verwendet, die man an den Leitungsseilen befestigt hat[5]). Neuerdings hat man zur Dämpfung der Seilschwingungen neue Wege beschritten. Nach diesem Vorschlag werden Stahlaluminiumseile verwendet, bei denen zwischen der Stahlseele und dem Aluminiummantel ein Hohlraum verbleibt. Eine solche Leitung kann nicht schwingen, da die beiden Teile, Stahlkern und Aluminiummantel, sich gegenseitig stören[6]). An verschiedenen Stellen sind bereits kurze Freileitungen mit derartigen Seilen in Betrieb, und es hat sich gezeigt, daß diese Seile, im Gegensatz zu den üblichen fest verseilten Stahlaluminiumseilen, nicht schwingen. Diese sogenannten schwingungsfreien Seile haben außerdem den Vorteil, daß sie so verlegt werden können, daß die Zuglast entsprechend den verschiedenen Festigkeiten von Stahl und Aluminium verteilt und damit der Aluminiummantel entlastet wird.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 939, 1135, 1137.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 1008.
[3]) ETZ 55 (1934) S. 1017.
[4]) ETZ 55 (1934) S. 239.
[5]) ETZ 53 (1932) S. 1182; 54 (1933) S. 605; 55 (1934) S. 637.
[6]) ETZ 55 (1934) S. 1103 u. 1225.

Digitized by Google

10. Elektrische Bahnen.

Umfang der Elektrisierung.

Das elektrisierte Netz der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (DRG) hatte am 1. I. 1935 einen Streckenumfang von 2070 km; gegenüber dem Stand vom 1. I. 1934 bedeutet dies einen Zuwachs von 177 km. Diese Mehrung wurde bedingt durch die Eröffnung des elektrischen Betriebes auf den Strecken Halle—Köthen—Magdeburg mit 87 km, Plochingen—Tübingen mit 49 km, München—Dachau mit 18 km, ferner durch die Elektrisierung einiger kleiner Güterverbindungstrecken im Münchener und Stuttgarter Bezirk. Im Umbau waren um die Jahreswende 213 Streckenkm. Hiervon entfielen als wichtigster Anteil 144 km auf die Strecke Augsburg—Nürnberg und 56 km auf die Höllenthalbahn. Inzwischen wurde am 10. V. 1935 die Strecke Augsburg—Nürnberg dem elektrischen Betrieb übergeben[1]), so daß mit Beginn des jetzigen Sommerfahrplans der gesamte Betrieb auf dieser Strecke und damit auf der durchgehenden Linie München—Nürnberg (über Augsburg) elektrisch durchgeführt ist. Mit der Fertigstellung der Höllenthalbahn kann Ende dieses Sommers gerechnet werden. Augenblicklich wird die weitere Elektrisierung der Strecke Nürnberg—Halle und schließlich nach Berlin vorbereitet. Zur Abrundung des Verkehrs und zur Gewinnung günstiger Lokomotiv- und Kursläufe im Zusammenhang mit dieser Elektrisierung muß auch die Strecke Erfurt—Großkorbetha—Leipzig mit umgestellt werden. Die geplante Elektrisierung von insgesamt 590 Strecken-km bedeutet ein großes Bauprogramm, das auf eine Reihe von Jahren verteilt werden muß.

Kraftwerke.

In der Kraftversorgung der elektrisierten Strecken haben sich im letzten Jahr keine Änderungen ergeben. Die im vorigen Jahr umgestellten Strecken konnten aus den vorhandenen Kraftwerken gespeist werden. Die Strecke Halle—Magdeburg wird hiernach von dem bahneigenen Werk in Muldenstein versorgt, in dem ein neuer Turbogenerator von 10 000 kW aufgestellt wurde; die Strecke Plochingen—Tübingen erhält den notwendigen Strom aus dem süddeutschen Kraftnetz, das bekanntlich gespeist wird von den Kraftwerken des Walchensees und der Mittleren Isar, ferner von dem Kraftwerk Münster. Auch die neu eröffnete Strecke Augsburg—Nürnberg kann noch von den bayerischen Wasserkraftwerken mit Einphasenstrom beliefert werden.

Unterwerke.

Für die Strecke Halle—Magdeburg wurde, wie bereits früher bekanntgegeben[1]), ein Unterwerk in Köthen errichtet, das durch eine Fernleitung für 60 kV mit dem Kraftwerk Muldenstein verbunden ist. Im Hinblick auf die zahlreichen chemischen Fabriken wurde für die 60 kV- und für die 15 kV-Anlage Zellenbau gewählt; lediglich die beiden Hauptumspanner wurden im Freien aufgestellt. Letztere sind gebaut für eine Dauerleistung von etwa 6000 kVA; nach einem sechsstündigen Vollastbetrieb mit 6000 kVA sind sie etwa einmal im Tag überlastbar mit 50 % für 2 h oder mit 100 % während ½ h. Die Strecke Augsburg—Nürnberg wird gespeist in der Nähe von Augsburg durch zwei fahrbare Unterwerke im Anschluß an die Fernleitung Pasing—Ulm—Stuttgart und bei Treuchtlingen durch das Unterwerk Grönhart. Die fahrbaren Unterwerke bestehen im wesentlichen aus einem sechsachsigen Tiefladewagen, auf dem der 60 t wiegende Umspanner mit 6500 kVA Dauerleistung, ferner die Leistungschalter für 110 kV und 16 kV, schließlich die Eigenbedarfumspanner, Spannungswandler, die sonstigen Zubehörteile und die Warte untergebracht sind. Für die Leistungschalter wurden Druckgasschalter für den einen Wagen und Expansionsschalter für den anderen gewählt. Der Wagen hat eine gesamte Länge von 18 m und eine Breite von 3 m, sein Gesamtgewicht beträgt etwa 110 t.

Das Unterwerk Grönhart wird durch eine 110 kV-Leitung versorgt, die von dem Unterwerk Landeshut aus in einer Länge von rd. 105 km an Ingolstadt vorbei über den Jura führt. Als Maste wurden für die Fernleitung teils Profilstahl-Gittermaste, teils Stahlbetonmaste, letztere als zweistielige Portale ausgebildet, verwendet. Das Unterwerk Grönhart ist ähnlich wie die Unterwerke Neu-Ulm und Plochingen in Freiluftbauart mit zwei Umspannern von je 5000 kVA Nennleistung ausgeführt; bei diesen wurde die bisher übliche künstliche Kühlung verlassen; die an den Kesseln angebrachten Kühlrohre wurden so bemessen, daß sie alle auftretende Verlustwärme abführen können. Die Oberspannungschalter sind als Ölschalter ausgeführt.

Die Frage, inwieweit bei späteren Elektrisierungen die notwendige Energie aus dem 50 Hz-Netz der Landesversorgung entnommen und auf 16⅔ Hz umgeformt werden kann, beschäftigt zur Zeit die DRG sehr lebhaft. Sie scheut daher keine Mühe, um die in Betracht kommenden Systeme im praktischen Betrieb zu erproben und dadurch Erfahrungen für den großen Betrieb zu erhalten. Im bahneigenen Saalach-Kraftwerk wurde versuchsweise ein elastischer Umrichter aufgestellt, mit dem der im gleichen Werk erzeugte Drehstrom in Einphasenwechselstrom umgeformt und die Strecke Freilassing—Reichenhall—Berchtesgaden gespeist wird. Die Versuche sind zur Zeit im vollen Gang und dürften in Kürze abgeschlossen sein. Für das Bahnkraftwerk in Basel wurde ein Umrichter für 4000 kVA Leistung in Auftrag gegeben, der den mit 43,5 kV von dem Kraftwerk Rheinfelden gelieferten 50 Hz-Drehstrom in 16⅔ Hz-Einphasenstrom von 15,5 kV mittlerer Spannung umformt. Der Umrichter soll nach seiner Fertigstellung die gesamte Leistung für den Betrieb der Wiesenthalbahn liefern. Entsprechend den gegenwärtigen Betriebsanforderungen ist der Umrichter in seinem Verhalten zunächst für starren Betrieb vorgesehen; bei etwaigem Bedarf ist es möglich, ihn nachträglich für elastischen Betrieb einzurichten. Zur Zeit wird der Umrichter in Basel eingebaut. Schließlich wird ein elastischer Umrichter mit Schwingungskreis im Großbetrieb erprobt werden. Der Umrichter mit einer Leistung von 4300 kVA soll in einer Versuchsanlage in Pforzheim aufgestellt werden; dort werden alle Voraussetzungen geschaffen, wie sie im praktischen Großbetrieb vorliegen. Der Strom wird aus dem 110 kV-50 Hz-Drehstromnetz des Badenwerkes entnommen, durch einen Drehstromumspanner auf 2450 V abgespannt und nach der Umrichtung auf 16⅔ Hz durch einen Einphasenumspanner von 3330 V auf 110 kV erhöht. Schließlich wird der Strom durch eine Einphasenleitung nach Münster geleitet und dort in das große süddeutsche 110 kV-Einphasennetz gespeist. Die Arbeiten sind bereits so weit fortgeschritten, daß Ende des Jahres mit der Aufnahme des Versuchsbetriebes gerechnet werden kann.

Fahrleitungen.

Die DRG wendet der Frage der Ausbildung der Fahrdrahtanlagen für 160 km/h Geschwindigkeit nach wie vor erhöhtes Augenmerk zu. Auf der Strecke Halle—Magdeburg wurden zu Versuchszwecken 15 km mit nachgespanntem, also beweglichem Tragseil ausgerüstet und die Rohrausleger drehbar ausgeführt. Beim übrigen Teil der Strecke ist das Tragseil verankert und sind die Rohrausleger festgelegt. Auf der Strecke Augsburg—Nürnberg wurde versuchsweise auf eine Länge von 2,6 km ein Tragseil aus Invarstahl eingebaut, das eine geringe Wärmedehnungszahl aufweist und seine Höhenlage innerhalb der vorkommenden Temperaturgrenzen weniger verändert. Auch auf dieser Strecke wurde ein Versuch mit beweglichen, durch Gewichte nachspannbaren Tragseilen und Drehauslegern aus Stahlrohren vorgenommen. Auf die Länge von 4,6 km werden das Tragseil und der Fahrdraht durch ein Gewicht nachgespannt, während auf eine Länge von 3,8 km für Tragseil und Fahrdraht die Nachspanngewichte getrennt angeordnet werden. Im übrigen wurde auf der Strecke Augsburg—Nürnberg grundsätzlich an der Einheitsfahrleitung festgehalten. Hierbei wurde der Seitenhalter nach Vorschlag Hausmann in

[1]) ETZ 55 (1934) S. 638 u. 892.

Digitized by Google

der sogenannten Ypsilon-Aufhängung befestigt; schließlich wurde auf eine Strecke von 2,6 km die bisherige Aufhängung mit Hängeseilen beibehalten und nach Vorschlag Steurer eine Schraubenfeder eingebaut.

Einen völlig neuen Weg in der Aufhängung des Fahrdrahtes sieht die vollelastische Fahrleitung vor, die auf der Strecke München—Dachau in einer Länge von 3 km versuchsweise eingebaut wurde. Alle diese Versuche werden der DRG in Kürze genügend Anhaltspunkte liefern, welcher der Ausführungen für die hohen Fahrgeschwindigkeiten der Vorzug zu geben ist.

Im Zusammenhang mit diesen Arbeiten an den Fahrleitungen laufen die Versuche mit den Stromabnehmern. Zur Unterdrückung von Rundfunkstörungen wurden in großem Umfange Kohleschleifstücke in die Stromabnehmerwippen eingebaut. In Frage kommen zunächst nur Fahrzeuge, deren Höchstgeschwindigkeit 90 km/h nicht überschreitet. Mit solchen Kohleschleifstücken sind ausgerüstet sämtliche Triebwagen der Hamburger Stadt- und Vorortbahnen, des Stuttgarter Nahverkehrs, ferner die Fahrzeuge der schlesischen Gebirgsbahnen; eingebaut werden zur Zeit Kohleschleifstücke in die Triebwagen des Münchener Nahverkehrs; auch Lokomotiven mit einer Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h werden bereits mit Kohleschleifstücken ausgerüstet. Versuche zur Verwendung von Kohleschleifstücken bei Geschwindigkeiten bis 130 km/h werden aufgenommen. Auch mit Stromabnehmern für Geschwindigkeiten bis 160 km/h werden Versuche in der Richtung vorgenommen, den Anpreßdruck auch bei höchsten Geschwindigkeiten konstant zu erhalten und den Winddruck auf den Stromabnehmer abzumindern. Mit Modellstromabnehmern im Maßstab 1 : 2 wurden deshalb Versuche im Windkanal vorgenommen.

Fahrzeuge.

Im Jahr 1934 wurden an Fahrzeugen in Betrieb gesetzt: 9 Schnellzugslokomotiven der Reihe E 04 Achsfolge 1 Co 1, 13 Personenzugslokomotiven Reihe E 44 Achsfolge Bo-Bo, 2 Rangierlokomotiven Reihe E 60 Achsfolge 1 C, 4 Triebwagen, 10 Steuerwagen, 4 Beiwagen. Ausgemustert wurden 3 Lokomotiven. Der Stand an Triebfahrzeugen für Einphasen-Wechselstrom 16⅔ Hz nach dem Stichtag 1. I. 1935 geht aus der Zahlentafel 1 hervor:

Zahlentafel 1. Triebfahrzeuge für Einphasen-Wechselstrom 16⅔ Hz am 1. I. 1935.

	vorhanden	im Bau	zusammen
Lokomotiven . . .	461	33	494
Triebwagen . . .	239	44	283
Steuerwagen . . .	78	50	128
Beiwagen	202	—	202

An neuen Fahrzeugen wurden im laufenden Jahr fertiggestellt und erstmals in Betrieb gesetzt die neuen schweren Schnellzugslokomotiven Reihe E 18 Achsfolge 1 Do 1 und Doppeltriebwagen.

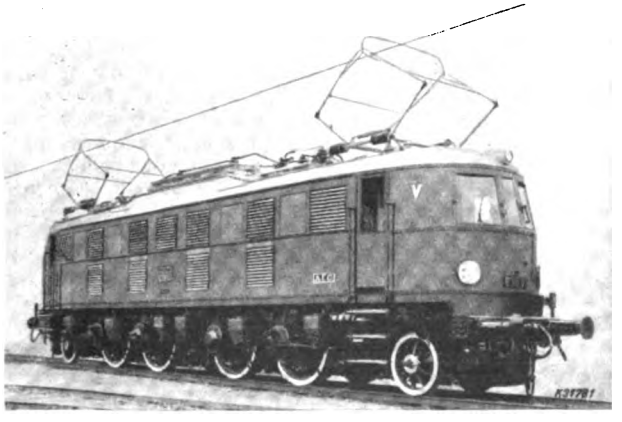


Abb. 1. Schwere Schnellzuglokomotive Reihe E 18.

Die Lokomotive E 18 (Abb. 1) soll im Gebirgsgelände schwere Schnellzüge befördern. Entsprechend der Höchstgeschwindigkeit der jetzigen FD-Züge mit 135 km/h wurden die Lokomotiven für eine planmäßige Höchstgeschwindigkeit von 140 km/h ausgelegt; die zulässige Höchstgeschwindigkeit kann im Bedarfsfalle auf 150 km/h gesteigert werden. Die wichtigsten Werte dieser Lokomotive gehen aus der Zahlentafel 2 hervor:

Zahlentafel 2. Daten von der Lokomotive Reihe E 18 Achsfolge 1 Do 1.

Treibraddurchmesser	1 600 mm
Laufraddurchmesser	1 000 mm
Länge über Puffer	16 920 mm
Gesamtladestand	12 800 mm
Reibungsgewicht	80 t
Dienstgewicht	109 t
Dauerleistung bei 128 km/h . . .	3 980 PS
Stundenleistung bei 122 km/h . . .	4 320 PS
Viertelstundenleistung bei 118 km/h	4 800 PS
größte Anfahrzugkraft zwischen 0 und 42 km/h	21 000 kg
Umspannerzahl	1
Übersetzungsverhältnis	2,794 : 1
Zahl der Motoren	4.

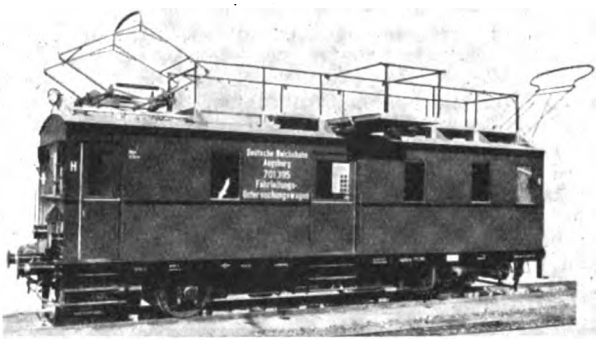


Abb. 2. Fahrleitungs-Untersuchungswagen.

Entsprechend den hohen Geschwindigkeiten wurde die Lokomotive mit besonders leistungsfähiger Bremse ausgerüstet. Die Abbremsung beträgt von den hohen Geschwindigkeiten herab bis zur Geschwindigkeit von 70 km/h 153 Bremshundertstel. Die Triebmotoren sind die gleichen wie bei der leichten Schnellzugslokomotive Reihe E 04; der Gesamtrahmen der Lokomotive ist geschweißt. Der Antrieb ist wie bei der Lokomotive E 04 als AEG-Kleinow-Federtopfantrieb mit zweiseitiger Zahnradübertragung ausgeführt. Die Steuerung erfolgt mit motorisch angetriebenem Nockenschaltwerk und Feinregler. Die bisherigen Versuchsfahrten sind zur vollen Zufriedenheit ausgefallen.

Die Doppeltriebwagen sind für eine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h ausgelegt. Sie bestehen aus zwei Wagenteilen, die wagenbaulich und elektrisch völlig symmetrisch gestaltet sind. Jede Wagenhälfte besitzt zwei zweiachsige Drehgestelle, von denen das nach außen liegende Drehgestell die Antriebsmotoren enthält. Bei Betrachtung des gesamten Wagens liegen also die Triebdrehgestelle jeweils an den Enden, um die Fahrsicherheit zu erhöhen. Insgesamt sind vier Tatzlagermotoren mit einer Gesamtleistung von 1200 PS eingebaut. Jede Wagenhälfte besitzt einen Umspanner von 3000 kg Gewicht; dieser ist unten im Wagenkasten so angebracht, daß er in das Triebgestell zwischen die Triebachsen hineinragt. Die Steuerung ist als Nockenschaltwerk ausgeführt und erfolgt durch Servomotoren. Die Wagen sind durch Kurzkupplung miteinander verbunden. Zur Erzielung eines ruhigen Wagenlaufes ist an den Stirnwänden der Wagen (Kurzkupplungseite) eine Dämpfungsvorrichtung angebracht. In diesen Wagen ist auch die 3. Klasse gepolstert. Der Wagen hat 18 Sitzplätze 2. Klasse, 136 Sitzplätze 3. Klasse, 10 Plätze im Traglastenraum.

Die Steuerwagen haben insgesamt 89 Sitzplätze.

Im Bau sind ferner:

3 zweiteilige Schnelltriebwagen für 160 km/h Geschwindigkeit (1200 PS),

Digitized by Google

3 dreiteilige Schnelltriebwagen für 160 km/h Geschwindigkeit (2250 PS),
13 dreiteilige Doppeltriebwagen für 120 km/h Geschwindigkeit (2250 PS),
2 Aussichtstriebwagen für 120 km/h Geschwindigkeit (460 PS).

Zur Unterhaltung der Fahrleitungsanlagen wurden für die Strecke Augsburg—Nürnberg drei Fahrleitungs-Untersuchungswagen beschafft (Abb. 2). Der Antrieb erfolgt durch einen Vergasermotor 165 PS; die Kraftübertragung ist elektrisch. Der Wagen kann noch einen Anhänger von 25 t mitführen. Die Höchstgeschwindigkeit des Wagens beträgt 80 km/h; auf Steigungen 1 : 40 kann er als Alleinfahrzeug noch 40 km/h entwickeln.

Elektrotechnische Versuchsanstalt.

Im Jahre 1934 wurde die dem Reichsbahn-Ausbesserungswerk Dessau angegliederte Versuchsabteilung nach München verlegt und dort als elektrische Versuchsanstalt der DRG neu eingerichtet. Für die vorhandenen vier Meßwagen wurde hier bereits ein eigener Schuppen errichtet; für die Versuchsanstalt, die zunächst noch behelfsmäßig in Räumen des RAW München-Freimann untergebracht ist, wird zur Zeit ein größerer Neubau errichtet.

11. Elektrowärmetechnik.

1. Baustoffe und Heizkörper.

Die Entwicklung der Elektrowärmetechnik ist auch im letzten Jahre in einer derartig schnellen Gangart weiter fortgeschritten, daß bei der Fülle der vorliegenden Neuerungen und Verbesserungen nur die wichtigsten im Rahmen dieses Aufsatzes gestreift werden können. — Die bereits im vorigen Jahre an gleicher Stelle[1]) erwähnten Chrom-Eisen-Aluminium-Legierungen für Widerstandsmaterial, Megapyr[2]), Permatherm, Alsichrom und Kanthal[3]) können jetzt auch in den für die Herstellung von Koch- und Heizgeräten erforderlichen kleinen Querschnitten hergestellt werden, so daß ihre Verwendung nicht mehr auf den Widerstandsofenbau beschränkt ist. Der hohe spezifische Widerstand ermöglicht es, bei gleichem Wickelraum einmal kleinere Leistungen bei gleicher Spannung unterzubringen, ohne zu so kleinen Querschnitten zu gelangen, daß aus Rücksicht auf die mechanische Festigkeit die Herstellung erschwert wird. Zum anderen kann aber auch durch Wahl größerer Querschnitte und infolge der hohen Belastbarkeit dieser Baustoffe, die z. T. Betriebstemperaturen bis 1350 ° erreichen dürfen, die spezifische Leistung der Heizkörper erheblich gesteigert werden. Nach den neuesten Untersuchungen der PTR[4]) liegt der Schmelzpunkt dieser Stoffe etwa bei 1500 °.

Infolge der gesteigerten spezifischen Belastung der Heizkörper hat im vergangenen Jahr die Industrie besonders bei den Haushaltgeräten ihr Augenmerk der Frage des Ableitstromes zuwenden müssen. Bei den keramischen Einbettmassen ist es durch Verwendung geeigneter reiner Rohstoffe in genau vorgeschriebener Körnung gelungen, den Isolationswiderstand erheblich heraufzusetzen. Bei den aus gebrannter keramischer Masse hergestellten Isolierteilen hat sich besonders die Verwendung von Frequenta und den auf gleicher Basis beruhenden ähnlichen Massen unter besonders schweren Bedingungen bewährt. Ein weiterer Vorteil dieser Stoffe ist ihre geringe Hygroskopizität, so daß der bei Haushaltsgeräten sich besonders unangenehm bemerkbar machende Feuchtigkeits-Ableitstrom nur sehr kleine Werte erreicht.

Eine auch für die Elektrowärmetechnik sehr wichtige Neuerung stellt das Zusammenschmelzen von Glas und keramischen Werkstoffen dar[5]), das es gestattet, mit Glas als Zwischenmittel nunmehr Stromleiter haltbar und gasdicht in keramische Gefäße einzuschmelzen. Eine grundsätzliche neuartige Ausbildung gasdichter metallischer Einführungen ist die sogenannte Metallhauteinführung. Hierbei wird auf ein die mechanischen Beanspruchungen aufnehmendes Stäbchen aus keramischem Werkstoff als Stromleiter ein dünner Belag aus Edelmetall aufgeschmolzen.

Eine wesentliche Verbesserung der Heizkörper in Stabform mit reiner Magnesiumoxydisolation ist durch Verwendung von hochhitzebeständigem Stoff für das Außenrohr erzielt worden, da derartige Heizkörper dauernd mit Temperaturen von 700 bis 800 ° betrieben werden können.

Neu entwickelt wurde der sogenannte E-Heizstab[6]). Die Heizwiderstände liegen hierbei zwischen den Rippen eines Walzeisen-E-Profiles unter starkem Druck eingebettet. Dieser Heizkörper bietet durch seine Form und Belastbarkeit vielseitige Anwendungsmöglichkeiten.

2. Kochgeräte und Speicher.

Das vergangene Jahr stand für die Elektroherdfirmen unter dem Zeichen des Volksherdes, der auf der diesjährigen Leipziger Messe gezeigt wurde[7]). Bei dieser Herdtype wurde durch möglichst einfache Konstruktion, verbesserte Fabrikation und Verzicht auf jeglichen Luxus in der Ausführung erreicht, daß der Verkaufspreis wesentlich niedriger als bei den bisherigen Normalherden festgesetzt werden konnte.

Bei den Normalherdtypen hat sich der Elektroherdbau von den überlieferten Formen der Kohle- und Gasherde freigemacht und neue Formen entwickelt, die sich der Form der neuzeitlichen Küchenmöbel anpassen. Ein Herd wurde auf den Markt gebracht, bei dem ein zusätzlicher Grillheizkörper in der Bratofenmuffel angebracht werden kann[8]).

Von den neu entwickelten Großküchengeräten verdienen die Elektrodenkochkessel[9]) besondere Erwähnung. Da der beim Kochen der Speisen im äußeren Dampfmantel entstehende Überdruck die Elektrolytflüssigkeit aus dem Elektrodenraum in einen besonderen Vorratsbehälter herüberdrängt, verringert sich selbsttätig die Stromaufnahme, so daß die Geräte äußerst wirtschaftlich arbeiten.

Auch der Frage der Heißwasserbereitung[10]) hat man wieder größere Aufmerksamkeit geschenkt. Dem Wunsch nach kurzer Wartezeit verdankt der Kleinspeicher mit Doppelheizelement seine Entstehung. Hier steht kurze Zeit nach völliger Entleerung eine Teilmenge warmen Wassers, das durch das obere Heizelement erwärmt wurde, zur Verfügung. Bei geeigneter Schaltung ist dieser Speicher auch zur Bereitung von kochendem Wasser zu verwenden. Bei größeren Überlaufspeichern ähnlicher Bauart mit Doppelheizelement kann die Aufladung des Speichers auf 85 ° mittels Nachtstroms durch den unteren Heizkörper erfolgen, während für den oberen Tagesstrom zur Erzeugung des kochenden Wassers verwendet wird. Ein anderer Weg wurde eingeschlagen, indem zwei Speicher miteinander verbunden werden, wobei der größere, der als Vorratsbehälter dient, das Wasser bis auf 85 ° aufwärmt, während in dem kleineren Speicher das Wasser, das aus dem großen Speicher hinübergedrückt wird, bis zum Sieden gebracht wird. Diese Lösung hat sich besonders für Gasthäuser und Kaffeehausbetriebe bewährt.

3. Kühlschränke.

Bei den Kompressionskühlschränken ist die Industrie bestrebt gewesen, durch geeignete Konstruktion[11]) — Federaufhängung und Gummilager — das als unangenehm empfundene Motorengeräusch dieser Kühlschränke auf

[1]) ETZ 55 (1934) S. 641.
[2]) Elektrowärme 5 (1935) S. 2.
[3]) Elektowärme 5 (1935) S. 79.
[4]) Physik. Z. 35 (1934) S. 881.
[5]) ETZ 56 (1935) S. 244; Z. techn. Physik 15 (1935) S. 494.
[6]) Helios 41 (1935) S. 217.
[7]) ETZ 56 (1935) S. 557 u. 563.
[8]) ETZ 56 (1935) S. 558.
[9]) Helios 40 (1934) S. 1393.
[10]) ETZ 56 (1935) S. 206.
[11]) z. B. AEG-Mitt. 1934, S. 364.

Digitized by Google

einen Kleinstwert herabzudrosseln. Eine Firma ist zur Verwendung von Chloräthyl[12]) als Kältemittel übergegangen. Das Chloräthyl ist unschädlich und ungiftig und besitzt von allen Kältemitteln den niedrigsten Dampfdruck, so daß die Beanspruchung des Baustoffs sehr gering ist. Bei diesem Kühlschrank wird Glyzerin als Schmiermittel verwendet.

4. Lichtbogen- und Induktionsschmelzöfen.

Als Fortschritt auf dem Gebiet des Schmelzofenbaues sind die für den Anschluß an Drehstrom entwickelten Lichtbogenöfen[13]) zu nennen, bei denen die Stromzuführung mittels rechteckiger Elektroden erfolgt und über den ganzen Arbeitsherd verteilt ist. Da die Energiedichte nach der Mitte zu größer ist, wird selbsttätig eine gute Durchmischung des Schmelzgutes erzielt, die eine gleichmäßige Wärmeverteilung zur Folge hat und die Reaktionsgeschwindigkeit während der Feinungsperiode erhöht. Besonders vorteilhaft wirkt sich noch aus, daß bei derartigen Öfen der $\cos\varphi$ den Wert von 0,8 nicht unterschreitet.

Bei den großen kernlosen Induktionsöfen, die mit Hochfrequenz arbeiten, genügt die selbsttätige Durchmischung des Bades nicht, um eine genügend hohe Reaktionsgeschwindigkeit während der Feinungsperiode zu erzielen, während bei den Niederfrequenzöfen wohl eine gute Durchmischung erreicht wird, sich aber nicht die hohen Leistungen auf das Bad übertragen lassen. Neuerdings wird nun vorgeschlagen, mit zwei getrennten Frequenzerzeugern[14]) zu arbeiten. Die hohe Leistung während der Abschmelzperiode und zur Deckung der Wärmeverluste während der Feinungsperiode wird durch Hochfrequenz auf den Ofen übertragen. Der Niederfrequenzerzeuger wird nur während der Feinungsperiode zugeschaltet, um die für die Durchmischung des Bades erforderlichen Kraftfelder aufzubringen.

5. Schweißvorrichtungen.

Die Elektroschweißung hat im vergangenen Jahr infolge der starken Wirtschaftsbelebung große Fortschritte gemacht. Als Spitzenleistung ist hier ein neu herausgebrachter Universal-Abschmelz-Stumpfschweißautomat[15]) mit 800 kVA Anschlußwert und 25 000 mm² Schweißquerschnitt zu erwähnen. Da die Maschine vollkommen selbsttätig arbeitet und der Übergang von dem Vorwärmen zum Abbrennen und vom Abbrennen zum Stauchen nur in Abhängigkeit von der Temperatur der Stoßstelle, also in dem Augenblick erfolgt, wenn die ganze Schweißstelle die richtige Temperatur angenommen hat, so ist Gewähr für vollkommen gleichmäßige Güte der Schweißung bei größtmöglicher Wirtschaftlichkeit gegeben.

Neben der Entwicklung derartiger Riesengeräte hat sich die Schweißmaschinenindustrie bemüht, der verstärkten Nachfrage nach kleinen, leicht tragbaren Schweißanlagen[16]) für Kleinindustrie und Gewerbe gerecht zu werden durch Schaffung von Schweißtransformatoren von 4 bis 9 kVA, deren Schweißstrom stufenlos in sehr weiten Grenzen geregelt werden kann. Ferner ist noch ein neu herausgekommener Lichtbogen-Schweißgleichrichter[17]) zu erwähnen, der als kommutatorloser Umformer das Gleichstrom-Lichtbogenschweißen unmittelbar aus dem Drehstromnetz bei gleichmäßiger Phasenbelastung ermöglicht.

Außerdem ist für die Massenanfertigung ein neues Punktschweißverfahren, die sogenannte Buckel- oder Projektionsschweißung[18]), entwickelt worden. Bei diesem Verfahren werden die Schweißpunkte durch Buckel oder Augen, die aus dem Blech herausgedrückt werden, festgelegt. Bei Anwendung geeigneter Elektroden lassen sich dann bis zu 20 Schweißpunkte in einem Arbeitsgang verschweißen.

6. Messung und Regelung.

Für die Messung sehr hoher Temperaturen ist ein neues Edelmetall-Thermoelement[19]) herausgebracht worden, dessen einer Schenkel aus reinem Iridium, der andere aus einer Rhodium-Iridium-Legierung besteht, das genaue Temperaturmessungen bis 2000 ° ermöglicht.

Die nach dem bewährten Fallbügelprinzip arbeitenden Temperaturregler sind weiter entwickelt worden durch Ausbildung eines neuen Großreglers[20]), der bis zu vier Stromkreise stufenweise steuern kann. Außerdem wurde ein kleiner billiger Regler für einen Stromkreis neu herausgebracht. Weiterhin können einige dieser Regler auch mit Programmgeber versehen werden und ermöglichen so die Einhaltung eines bestimmten Temperaturverlaufes in den geregelten Apparaten.

[12]) ETZ 56 (1935) S. 248.
[13]) Elektrowärme 5 (1935) S. 25.
[14]) Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 779.
[15]) ETZ 56 (1935) S. 17.
[16]) Masch.-Bau 14 (1935) S. 17; Elektroschweiß. 6 (1935) S. 74.
[17]) Helios 41 (1935) S. 383.
[18]) ETZ 56 (1935) S. 564. Elektroschweiß. 5 (1934) S. 204.
[19]) ETZ 54 (1933) S. 155.
[20]) Siemens-Mitt. 15 (1935) S. 90; ETZ 56 (1935) S. 253.

12. Elektrizität in der Industrie.

Die Entwicklung des Elektroantriebes, der das Gebiet der Industrieanlagen beherrscht, hat in dem Bestreben seiner Anpassung an die Arbeitsmaschinen, seiner Aufteilung in den Mehr- bzw. Vielmotorenantrieb und der Berücksichtigung der Arbeitsvorgänge eine weitere Reihe von Teilgebieten gefördert. So wie die genannte Entwicklung auf den Antrieb selbst von Einfluß ist, so beherrscht sie auch die damit in Zusammenhang stehende Apparate- und Steuertechnik[1]).

Dem Wunsch, neben dem heute bevorzugten Drehstrom auch Gleichstrom insbesondere für die Steuertechnik zur Verfügung zu haben, kommt der Trockengleichrichter mit seiner guten Anpassungsfähigkeit durch die Möglichkeit der Unterteilung in Einzelelemente entgegen. Man findet ihn als Hilfspannungsquelle für Magnete in Aufzügen, bei Großstromrichtern und bei der Kurzschlußbremsung von Asynchronmotoren sowie als Ventil in selbsttätigen Anlauf- und Synchronisierschaltungen. In Schaltanlagen wird er vor allem als Ladegerät für die Stromversorgung der Schutz- und Steuereinrichtungen verwendet. Abgesehen von den ebenso zahlreichen Anwendungen in der Schwachstromtechnik dient der Trockengleichrichter auch als Ladegerät für alle Arten von Fahrzeugbatterien.

Bei einer Unterteilung der Hilfspannungsquelle entstehen bezüglich des spezifischen Preises und Wirkungsgrades des Trockengleichrichters kaum wirtschaftliche Nachteile, so daß dadurch zahlreiche neuartige Lösungen alter Probleme möglich geworden sind. Ein Beispiel ist die Stromversorgung von Aufzügen mit Drehstrom für die Motoren und mit Gleichstrom für die Steuerung, so daß auf diese Weise die störenden Geräusche der Wechselstrommagnete beseitigt werden konnten. Es ist hier nicht der Platz, auf weitere Einzelheiten einzugehen, doch soll noch einmal betont werden, daß im Trockengleichrichter der Technik ein Hilfsmittel zur Bereitstellung von Gleichspannungen zur Verfügung steht, wie es einfacher, anspruchsloser und betriebsicherer kaum gedacht werden kann.

Gibt der Elektroantrieb die Möglichkeit der Anpassung und Aufteilung unter Berücksichtigung des Arbeitsvorganges, so hat die Steuertechnik die Aufgabe, die aufgelösten Einzelvorgänge sowohl einzuleiten als auch zu überwachen. Hinzu kommt, daß sich der Kurzschlußläufermotor unter Fortfall besonderer Anlaßgeräte durchgesetzt hat. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, die Schaltgeräte, die heute allgemein mit Motorschutz aus-

[1]) Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 1.

Digitized by Google

gerüstet werden, weiter zu vereinfachen und mit Fernsteuerung zu versehen. Es ist somit in bezug auf die räumliche Anordnung der Schaltgeräte eine Wanderung der Schalter vom Motor weg zu zentralen Verteilungspunkten innerhalb des Betriebes festzustellen, wo sie in gekapselter Ausführung mit der Verteilung vereinigt und als Fernschalter mit Hilfe eines Hilfsstromes betätigt werden. Die Schalt- und Steuergeräte können so unter teilweisem Verzicht auf gekapselte Ausführung in eigenen

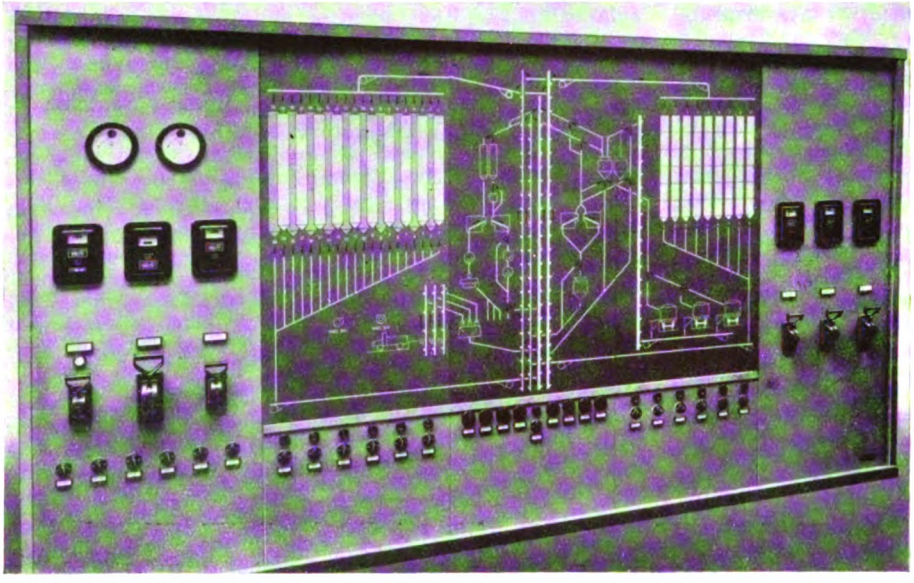


Abb. 1. Leuchtschaltbild für einen Getreidespeicher.

Schalträumen untergebracht werden. An den Arbeitsmaschinen sitzen lediglich entsprechende Steuerschalter. Hieraus haben sich auch Folgeschaltungen der Einzelantriebsmotoren entwickelt, bei denen mehrere in planmäßiger Abhängigkeit voneinander stehende Antriebe selbsttätig geschaltet und gegeneinander verriegelt werden. Die durch die Fernschaltung und Abhängigkeitssteuerung gegebene Vereinfachung der Betriebsführung tritt am augenfälligsten in der Steuerung und Überwachung der gesamten Anlage von einer zentralen Befehlstelle aus in Erscheinung. Jeder Vorgang im Betrieb wird auf ein Leuchtschaltbild gemeldet, wobei der Betriebszustand der einzelnen Antriebsmotoren durch Aufleuchten oder Dunkelwerden der entsprechenden Symbole oder Leuchtpfeile kenntlich gemacht wird (Abb. 1). Auch die Stellung der mechanischen Umstellglieder (z. B. Rohrweichen, Schieber, Pendelrohrverteiler) wird durch Leuchtpfeile auf dem Schaltbild gemeldet. Ist z. B. eine Umstellklappe nicht in Ordnung, so wird das Einschalten der Motoren verhindert.

Bei Hochöfen z. B. muß die Beschickungsanlage vorgeschriebene Mengen an Erz, Koks und Zuschlägen in genau festgelegten Zeitabschnitten aus den Vorratsbunkern auf die oberhalb des Ofens liegende Gichtbühne fördern, das Gichtgut gleichmäßig auf den Ofenquerschnitt verteilen und durch einen Doppelverschluß dem Ofen zuführen. Zur Beherrschung dieser Vorgänge sind etwa 15 Antriebe erforderlich, deren vorgeschriebene Betätigung wirtschaftlich nur durch eine selbsttätig arbeitende Steuerung beherrscht werden kann. Nicht nur die Betriebsstellung der einzelnen Teile, sondern auch der Ablauf des Arbeitsvorganges kann bei selbsttätigen Steuerungen durch Wiedergabe mit Hilfe optischer Signale sichtbar gemacht werden, so daß man den Arbeitsvorgang überwachen und bei Hemmungen den Sitz der Störung schnell feststellen kann. In dieser Weise können weit verästelte, schwer zu übersehende Produktionsvorgänge mit weitreichenden Fördereinrichtungen überwacht und Stauungen verhindert werden. Fernschaltung, Abhängigkeitssteuerung und Leuchtschaltbilder führen zu einem harmonischen Zusammenarbeiten der verschiedensten aufeinander abgestimmten Maschinen und Apparate und bilden so einen hochwertigen Organismus der Erzeugungsstätten.

Neben den Forderungen des technologischen Fertigungsganges ist es in erster Linie die Rücksicht auf Explosionsgefahr und persönliche Sicherheit, der die Entwicklung auf Grund eingehender Sondervorschriften Rechnung tragen muß. Die Gefahr, die der technologische Vorgang selbst laufend mit sich bringt, steht dabei im Vordergrund gegenüber einer mehr zufällig von außen drohenden Gefahr. Weitgehende Erfahrungen und Forschungen haben so zu den Vorschriften und neuen Leitsätzen auf dem Gebiet der schlagwettergeschützten bzw. gegen sonstige explosible Gase, Dämpfe und Staube geschützten elektrischen Einrichtungen geführt.

In diesem Zusammenhang wurden für Bergwerke unter Tage Einheiten von neuen schlagwettergeschützten Niederspannungsverteilungen entwickelt, die in Verbindung mit Schützensteuerungen und mehrstiftigen Steckvorrichtungen die Zusammenfassung der Verteilungs- und Schaltgeräte an einzelnen Stellen außerhalb des unmittelbaren Vorortbetriebes ermöglichen. Eine solche Zusammenfassung steigert die Leistungsfähigkeit und die Sicherheit des Betriebes ganz wesentlich. Schlagwettergeschützte Lichtverteilungskästen gestatten den Anschluß und die Bedienung einer größeren Anzahl von Beleuchtungssträngen unter Vermeidung einer aus einzelnen Schaltern und Schienenkästen zusammengesetzten platzraubenden Verteilungsanlage. — Gummischlauchleitungen mit besonderem Schutzleitungsgeflecht in Verbindung mit einer Sicherheitsschaltung finden neuerdings Beachtung. Im Falle einer Beschädigung der Leitung wird eine rechtzeitige und ungefährliche Abschaltung eingeleitet. — Beim Überstromschutz in Untertageanlagen geht man immer mehr dazu

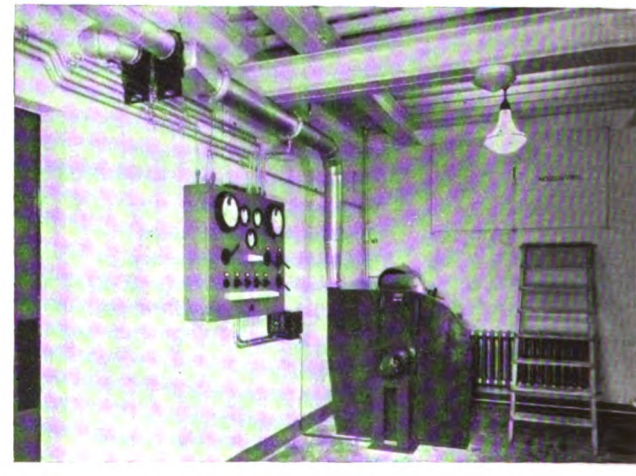


Abb. 2. Luftschutzraum mit Lüfter und Schalttafel.

über, den Kurzschlußschutz aus dem Selbstschalter in Kurzschluß-Schmelzsicherungen zu verlegen, so daß der Schalter selbst nur noch den Überlastungsschutz übernimmt und demzufolge klein gehalten werden kann. Zum Überlastungsschutz von Steuerwiderständen in schlagwettergefährdeten Grubenräumen sind Wärmewächter entwickelt worden mit einer den Widerständen weitgehend angepaßten thermischen Kennlinie.

Ein Netzprüfgerät mit Glimmlampen dient der Isolationsüberwachung der meist nicht betriebsmäßig geerdeten Netze, ohne selbst eine für den Berührungsschutz bedenk-

Digitized by Google

liche Verbindung zwischen Phase und Erde herzustellen. — Die dem Bohren von Sprenglöchern dienenden Handdreh-Bohrmaschinen haben in der letzten Zeit beträchtliche Fortschritte aufzuweisen, u. a. wirksame Oberflächenlüftung, weitgehende Leistungsteigerung ohne Gewichtsvermehrung, ferner für manche Zwecke eine große Drehzahlsteigerung der Bohrspindel dank verbesserter Bohrschneiden.

Luftschutzbestrebungen haben die Rücksichtnahme auf von außen drohende Gefahr für das Betriebspersonal in den Vordergrund treten lassen. Der Schutz des Bedienungspersonals erfolgt durch Einbau von Warnanlagen und die Unterbringung in Räumen, die mit einem besonderen Lüfter und Luftfilter ausgerüstet sind. Dieselelektrische Maschinensätze versorgen nicht nur die Lüftungsanlage, sondern auch die Notbeleuchtung und andere lebenswichtige Antriebe mit Strom (Abb. 2). Die verstärkte Einführung des industriellen Luftschutzes und die Ertüchtigung solcher Anlagen ist von großer Bedeutung für alle lebenswichtigen Betriebe.

Neben dem Elektroantrieb hat auch die industrielle Elektrowärme im vergangenen Jahr einen bemerkenswerten Auftrieb erfahren. Nicht nur eine größere Zahl von Anlagen wurde erstellt, sondern auch einzelne Ofenanlagen mit recht bemerkenswerter Leistung gebaut. Weiteres bringt der Teilbericht auf S. 712 dieses Heftes.

13. Isolierstoffe.

Allgemeines.

Die großen Entwicklungslinien der neuzeitlichen Isolierstofftechnik, Förderung der vorhandenen Stoffe durch bewußte Pflege ihrer Eigenschaften, Ausbildung neuer Arten in Anpassung an aufkommende technische Bedürfnisse, fortschreitende wissenschaftliche und prüftechnische Durchdringung des Gesamtgebiets, wechselseitige Befruchtung von Stoff, Fertigung und Gestaltung, haben zu einer Reihe beachtlicher Erfolge geführt. Eine besondere Note hat die Entwicklung durch die Rohstofflage erfahren, die zur Unterstützung der bodenständigen Erzeugnisse führte[1]). Die alte elektrotechnische Streitfrage, isolieren oder erden, wird heute oft unter dem Gesichtspunkt der Metallersparnis zugunsten der Isolierung entschieden werden. Erfreulicherweise konnte die Heimstoffwirtschaft auch auf dem Isoliergebiet ganz von der Minderwertigkeit freigehalten werden, die leicht hinter dem Begriff „Ersatz" vermutet wird. Vielmehr ist die Ausbreitung der Isolierstoffe in der Elektrotechnik und in weiten anderen Bereichen der Technik durchaus als Fortschritt zu buchen. Als Geschehnis von allgemeiner Bedeutung ist auch die angebahnte Befriedung in dem Kampf zwischen den Kunststoffen und der Keramik zu nennen; unbeschadet des förderlichen und deshalb bleibenden technischen Wettbewerbs werden beide Zweige der Gesamtwirtschaft dienen.

Kunststoffe.

Diese und ihre Hauptgruppe, die Kunstharzpreßstoffe, haben eine Steigerung der Leistungen und der Vielseitigkeit aufzuweisen. Stoffe von früher kaum erhoffter mechanischer Festigkeit wurden herausgebracht. Die Chemie der Harze wies Wege zu neuen Stoffgruppen; neben die Phenolmischungen sind mehr und mehr die Kresolmischungen getreten. Festigkeit gegenüber Feuchtigkeitseinflüssen und elektrischen Kriechströmen bezeichnet einen weiteren Problemkreis; Homogenität im Inneren und Pflege der Oberflächen sind allgemeine Lösungsansätze. Die Vinylpolymerisate wurden bekannter und führten sich für Sonderzwecke teils wegen ihrer Beständigkeit gegen gewisse Agenzien, teils wegen ihrer niedrigen dielektrischen Verluste ein. Die noch schlecht behandelte Aufgabe, in Isolierstoff zu konstruieren, wurde vielfach in Angriff genommen. Einen Überblick über das Erreichte bot die Preßstofftagung gelegentlich der Leipziger Frühjahrsmesse[2]). In der Typisierung der Preßstoffe wurde eine neue Tafel vorbereitet.

Keramische Stoffe.

Die keramischen Stoffe erfuhren gleichfalls eine bemerkenswerte Förderung. Das Gebiet mit den erstaunlich hohen Dielektrizitätskonstanten (DK) wurde ausgebaut. Neue Beachtung fand der Temperaturkoeffizient der DK[3]), der heute weitgehend beherrscht werden kann. Die Kleinheit der Verluste — für empfindliche Hochfrequenzkreise so wichtig — ließ sich, obwohl das früher Erreichte schon großartig war, doch noch verbessern. Massen immer höherer Wärmefestigkeit sind ein weiterer Erfolg der Keramik. Die Steigerung der mechanischen Präzision ist als bedeutsam für den Apparatefeinbau anzuführen. Bei den Isolatoren ist die Formung unter Berücksichtigung der Anfälligkeit gegen Funkempangstörungen[4]) als gemeisterte Aufgabe zu nennen. Im allgemeinen Installationsgebiet ist die Herausgabe einer Übersichtstafel von Werten der keramischen Stoffe für den Konstrukteur geplant.

Verschiedene Stoffe.

Stoffe außerhalb der genannten großen Gruppen haben gleichfalls Fortschritte aufzuweisen. Als neu und wichtig sind die vergießbaren Massen zu bezeichnen, deren Wärmeleitfähigkeit[5]) durch Zusatz von Quarzsand erhöht ist. Die mittelbare Metallersparnis ist hier eine willkommene Zugabe des physikalischen Fortschritts. Aus Rohstoffgründen interessieren synthetischer Kautschuk und Asbest. Die Herstellung ozonfester Gummimischungen[6]) ist praktisch gelöst. Zellulosefolien gewannen u. a. in der Kabeltechnik Bedeutung, nachdem man gelernt hat, sie hinreichend feuchtigkeitsfest zu erzeugen. Auch die Ölwirtschaft stand unter dem Eindruck des Rohstoffproblems[7]). Öle sind nicht nur als Isoliermittel in Kabeln, Transformatoren und Schaltern, sondern zunehmend auch im Kondensatorenbau wichtig geworden.

Isolierprüfung.

Durch neue VDE-Leitsätze für Hartgummi und für Preßspan ist die Isolierprüfung bereichert worden. An allgemeinen Eigenschaften, die bisher nur wenig untersucht wurden, aber jetzt wichtig werden, seien Ausdehnungskoeffizient und Wärmeleitfähigkeit hervorgehoben. Auch die mechanische Dauerfestigkeit der Stoffe ist mehr in den Vordergrund getreten. Beachtung fand die Kriechstromfrage, bei der erste Vorschläge zu Prüfverfahren vorliegen.

Benachbarte Gebiete.

Von den elektrotechnischen Isolierstoffen wurden benachbarte Gebiete beeinflußt. Ein Beispiel bilden die Kunststoffe, die nicht nur schon längst in vielen nicht-elektrotechnischen Gegenständen des täglichen Bedarfs vertreten sind, sondern jetzt auch in die Maschinenelemente eindrangen. Das Kunststofflager bietet für gewisse schwerste Betriebe technische Vorteile und ersetzt zugleich die devisengebundenen Metalle. Bei der Keramik sei auf die Aneinanderschmelzung von Porzellan und Glas und Metall hingewiesen, eine Möglichkeit, die in der Röhrentechnik und darüber hinaus bedeutsam ist, auch wo es nicht auf elektrische Eigenschaften ankommt.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1135, 1138.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 269.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 226; Z. VDI 78 (1934) S. 1441
[4]) ETZ 56 (1935) S. 449; Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 19.
[5]) ETZ 55 (1934) S. 1193.
[6]) ETZ 55 (1934) S. 909.
[7]) ETZ 55 (1934) S. 1061.

Digitized by Google

14. Meßtechnik.

Die Anwendung elektrischer Meßgeräte und Verfahren ist schon längst nicht mehr auf die Bestimmung elektrischer oder magnetischer Größen beschränkt geblieben; Zeit, Länge, Druck, Bewegung, Beschleunigung, Erschütterung, Geräusch und Licht, um nur einige der fernerliegenden Gebiete zu nennen, werden mit Hilfe elektrischer Verfahren und Geräte ausgemessen, wobei für ihre Anwendung der Wunsch nach Steigerung der Genauigkeit oder der Schnelligkeit der Messung, nach einfacher Handhabung oder nach Fernmessung maßgebend war. Auf alle diese Anwendungen kann in diesem kurzen Bericht nicht eingegangen werden; es können hier nur einige neuere Entwicklungen der elektrotechnischen Meßtechnik gestreift werden.

In dem äußeren Aufbau der Instrumente hat sich das isolierende Gehäuse aus Preßstoff allgemein durchgesetzt; auch Elektrizitätszähler mit Kappen aus Preßstoff haben im letzten Jahr Eingang gefunden. Die Verwendung einer isolierenden Kappe löst hier einwandfrei das Problem der Spannungsicherheit, so daß auch in gefährdeten Räumen auf die lästige Erdung verzichtet werden kann. Bei dem inneren Aufbau der Instrumente finden dank der Fortschritte der keramischen Industrie Werkstoffe wie z. B. Steatit und Calit mehr als früher Verwendung; eine deutsche Firma hat ein astatisches dynamometrisches Instrument zur Vermeidung von Wirbelstromfehlern ganz auf keramischem Werkstoff aufgebaut. Astatische Systeme bei Dynamometern und Dreheiseninstrumenten sind jetzt in Deutschland allgemein im Gebrauch, während die amerikanischen Konstrukteure die Abschirmung magnetischer Streufelder durch Nickel-Eisen-Mantel vorziehen. Die Kombination beider Prinzipien findet man bei einem neuen astatischen Dreheiseninstrument.

Auf dem Gebiete der Feinmeßinstrumente sei ein Leistungsmesser für die Messung kleinster Leistungen mit Lichtmarkenablesung und Spannbandaufhängung des Meßwerks erwähnt; die Nennstromstärke ist 5 A, der Endausschlag wird bei $\cos\varphi = 0{,}02$ erreicht. Das Instrument wird kombiniert mit einem Strom- und einem Spannungswandler; der gesamte Winkelfehler der Anordnung wird durch Abstimmung der Wandler auf etwa $\pm 1'$ gebracht. Von der gleichen Firma liegt eine Galvanometer-Neukonstruktion vor, die in 3 verschiedenen Ausführungen den Empfindlichkeitsbereich von 0,09 nA bis 140 nA umfaßt bei einer Schwingungsdauer von 7 bzw. 3 bzw. 0,5 s und äußeren Grenzwiderständen von 55 000 bis 1 Ω. Einem vielseitigen Bedürfnis der Laboratorien nach einem handlichen Spannungsmesser ohne Eigenverbrauch (bei Gleichstrom) werden die Neukonstruktionen elektrostatischer Voltmeter einer Spezialfabrik für Meßgeräte entsprechen; das Instrument für 20 V hat einen Lichtzeiger, bei dem Instrument für 150 V ist dagegen die Nadel als Zeiger ausgebildet[1]). Für Kleininstrumente von 50 mm Dmr. baut die gleiche Firma hochempfindliche Drehspulsysteme mit Spitzenlagerung (Endausschlag bei $25 \cdot 10^{-6}$ A), bei denen Kobaltstahlmagnete Anwendung finden; die Instrumente dienen insbesondere in Verbindung mit Photozellen als Beleuchtungsmesser.

Vor einigen Jahren wurde der Schwingkontaktgleichrichter[2]) in Verbindung mit empfindlichen Drehspulinstrumenten für die Messung von Wechselstromgrößen durchgebildet. Der Gleichrichter hat Fremderregung; verschiebt man mit Hilfe eines Phasenreglers die Phasenlage der Erregung, so ist es möglich, Wechselströme nach Richtung und Phase auszumessen. So ist neuerdings der Vektormesser entstanden. Eine weitere Anwendung betrifft die Messung von Verlusten im Dielektrikum; in Verbindung mit einem Koordinatenschreiber ist es möglich, den Verluststrom in Abhängigkeit von der Spannung unmittelbar aufzuzeichnen. Zu beachten ist, daß alle Verfahren, die mit Gleichrichtern arbeiten, nur definierte Ergebnisse liefern können, wenn rein sinusförmige Ströme ausgemessen werden. Vergleichende Meßergebnisse über die Größe der Abweichungen bei verzerrten Kurven, z. B. bei Verlustmessungen, sind bisher nicht veröffentlicht. Der gesteuerte Schwinggleichrichter ist auch bei dem Ferrometer der wesentliche Bestandteil der Schaltung. Induktion, Permeabilität und Verlustziffer lassen sich mit diesem Gerät an kleinen Proben in einfacher Weise messen; natürlich ist auch hier der Einfluß der Kurvenform des Magnetisierungsstroms besonders im Gebiet hoher Induktionen von Bedeutung. Eine weitere Durchbildung des Gerätes ermöglicht in Verbindung mit dem Koordinatenschreiber die unmittelbare Aufzeichnung der Hysteresiskurve, die dann natürlich auch die Wirbelstromverluste enthält. In Zusammenhang hiermit sei das von Neumann[3]) entwickelte Magnetstahl-Prüfgerät, das Spannungsmesserjoch, erwähnt.

Die Beobachtung elektrischer Schwingungsvorgänge mit Hilfe des Oszillographen ist eine auch an den Betriebsingenieur immer häufiger herantretende Aufgabe. Daher kann die Entwicklung preiswerter, leicht zu bedienender und tragbarer Geräte begrüßt werden. Hierzu gehört ein Elektronenstrahloszillograph für Netzanschluß, bei dem sämtliche zum Betrieb des Elektronenstrahls und der Zeitablenkung erforderlichen Spannungen aus dem Netz entnommen werden. (Eine Untersuchung des Elektrodensystems beim Elektronenstrahl-Oszillographen auf Grund der Erkenntnisse der geometrischen Optik des Elektrons hat E. Brüche[4]) durchgeführt). Die in den bekannten großen 6 Schleifenoszillographen schon seit langem erprobten Oszillographenschleifen wurden verwendet, um ein einfaches, insbesondere für orientierende Versuche geeignetes Oszilloskop aufzubauen[5]). Eine interessante Neukonstruktion eines Schleifenoszillographen ist von Kassansky[6]) angegeben; Spalt und selbsttätiger Verschluß werden hier dadurch ersetzt, daß die Lampe des Oszillographen während der Aufnahme des Schwingungsvorganges auf das Doppelte selbsttätig überlastet wird, so daß die Aufzeichnung nur während einer Trommelumdrehung erfolgt.

Bekanntlich wird der Messung der elektrischen Energie in den Verteilungsanlagen der Elektrizitätswerke seit einigen Jahren erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet. Die experimentellen Mittel der mit dieser Aufgabe beauftragten Laboratorien der Werke sind an vielen Stellen in bemerkenswerter Weise verbessert worden. Die für genauere Messungen an Elektrizitätszählern und Wandlern unerläßliche Konstanz der Meßspannung wird durch besondere, von mehreren Firmen und nach verschiedenen Prinzipien gebaute Präzisionsregler gewährleistet, die die Netzspannung auf 0,5 bis 1 ‰ konstant halten. Für die Prüfung der Meßinstrumente ist ein einfacher Stufenkompensator in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entwickelt worden; durch einen Kunstgriff ist dieses Gerät im letzten Jahre so verbessert worden, daß an der Skala des Nullinstruments der Fehler des Prüflings unmittelbar ablesbar ist. Auch für die Prüfung von Strom- und Spannungswandlern ist in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ein neues Verfahren ausgearbeitet worden[7]), das die Konstruktion eines außerordentlich einfach zu bedienenden Gerätes ermöglicht hat.

Die Verwendung von Eisen-Nickel-Legierungen beim Bau von Stromwandlern hat es ermöglicht, Stromwandler von höchster Genauigkeit herzustellen. Die Verwendung von abgestuften Stromwandlern in Verbindung mit Wattmetern derart, daß immer bei großem, möglichst gleichem Zeigerausschlag des Wattmeters gemessen wird, bringt eine erhebliche Steigerung der Meßgenauigkeit. Eine weitere Steigerung der Meßgenauigkeit ergibt sich, wenn man die Wattmeter-Vorwiderstände durch abgestufte Spannungswandler ersetzt. Das Wattmeter hat in diesem Falle nur einen Spannungsmeßbereich, etwa 90 V, für den Temperatur- und Erwärmungseinflüsse in vollkommener Weise kompensiert werden können. Meßeinrichtungen nach diesem Prinzip sind im letzten Jahre mehrfach mit Erfolg ausgeführt worden.

[1]) Z. techn. Physik (1934) S. 117.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 1120.
[3]) ETZ 55 (1934) S. 748.
[4]) Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 266.
[5]) Siemens-Z. 14 (1934) S. 252.
[6]) ETZ 55 (1934) S. 564.
[7]) ETZ 55 (1934) S. 232.

Digitized by Google

15. Lichttechnik.

1. Bewertung und Messung des Lichtes.

Das starke Vordringen der Gasentladungslampen hat die Frage der Bewertung und Messung farbiger Lichtquellen in den Vordergrund gerückt. Der Hinweis, daß für stark farbige Lichtquellen die Anwendung des quadratischen Entfernungsgesetzes in größeren Abständen von der Lichtquelle, d. h. bei kleinen Leuchtdichten zu Fehlschlüssen führt[1])[2]), hat den Anstoß zu ausführlichen Erörterungen[3])[4])[5]) und zu näheren Untersuchungen über die damit zusammenhängenden Fragen gegeben[6]). Das Ergebnis dieser Erörterungen hat seinen Niederschlag gefunden in der neuen Lichtstromdefinition[7]) der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft (DLTG). Um eine einheitliche und eindeutige Bewertung von Lichtquellen beliebiger Farbe sicherzustellen, wird der Lichtstrom auf ein hell adaptiertes Auge bezogen, dessen spektrale Empfindlichkeit der internationalen Augenempfindlichkeitskurve entspricht. — Für die Messung des Lichtstroms in der Ulbrichtschen Kugel sind von der DLTG neue Regeln aufgestellt[8]).

Das bisher übliche System der Grundgrößen leitet aus dem Lichtstrom alle übrigen Größen her. Dabei läßt sich der Begriff der punktförmigen Lichtquelle nicht vermeiden. Da eine solche Lichtquelle nicht vorhanden ist, ist ein neues System der lichttechnischen Größen aufgestellt worden[9]), das auf der Leuchtdichte als Grundeinheit beruht und einen wissenschaftlich exakten Zusammenhang der einzelnen Grundgrößen liefert. Da dieses System aber für die Allgemeinheit zu schwer verständlich ist, sollen in Zukunft beide Systeme nebeneinander bestehen bleiben.

Die neu aufgestellten photographisch-lichttechnischen Grundbegriffe übertragen die rein lichttechnischen Grundbegriffe auf das Gebiet der Photographie[10]). Dadurch wird die Einheitlichkeit in der Bezeichnungsweise, die bisher bei Photographen und Lichttechnikern verschieden war, gesichert. — Eine neue Bestimmung des mechanischen Lichtäquivalentes hat einen Wert von 0,001 444 W je HLm ergeben[11]).

Für die Bewertung und Messung von Farben sind von der DLTG neue Regeln aufgestellt worden[12]), die dem neuen von der IBK angenommenen System der Farbwertung angepaßt sind. Die Schwierigkeiten der Messung farbiger Lichtquellen wurden weitgehend durch Benutzung geeigneter Filter überwunden[13]). Zur Messung von Natriumdampflampen in der Ulbrichtschen Kugel können gelbgefärbte Glühlampen als Eichlampen in Verbindung mit Gelbfiltern vor der Vergleichslampe Verwendung finden[14]). Auch die objektiven Meßverfahren wurden durch Schaffung von Filtern verbessert, die die spektrale Empfindlichkeit der Zellen der des menschlichen Auges angleichen[15]). Die Abweichungen vom Kosinusgesetz wurden durch Anbringung geeigneter Blenden an den Zellen vermieden[16]).

2. Lichtquellen.

Die Glühlampen[17]) wurden durch Verwendung besonderer Drahtwerkstoffe und von Sondergläsern den steigenden Anforderungen angepaßt. Für die verschiedenartigsten Zwecke wurden neue Lampentypen geschaffen, von denen besonders die folgenden zu erwähnen sind: Eine Biluxlampe, die durch Verwendung eines Riffelkolbens und Verstärkung des Abblendkörpers eine größere Reichweite und Seitenstreuung des abgeblendeten Lichtes ergibt; die aufgebrachte schwarze lichtundurchlässige Kolbenkuppe erweist sich besonders bei Fahrten im Nebel als günstig. Eine Anzeiglampe mit kleinen Abmessungen und geringem Stromverbrauch findet als Kontrollampe für das einwandfreie Arbeiten verschiedener Einrichtungen am Kraftwagen Verwendung. Standlampen mit weiß emailliertem Kolben beseitigen die bei Standlichtern häufig noch vorhandene Blendungsgefahr. Da bei Landebahnleuchten eine große Horizontal- und eine geringe Vertikalstreuung erwünscht ist, wurden hierfür Sonderlampen mit einer waagerecht liegenden Wendel gebaut.

Die Entwicklung der Gasentladungsröhren hat weitere Fortschritte gemacht. Durch Anwendung sehr hoher Drucke und Verwendung sehr kleiner Entladungsgefäße gelang es, bei Quecksilberdampflampen außergewöhnlich hohe Leuchtdichten zu erreichen[18]). Derartige Lichtquellen würden sich nach Überwindung des augenblicklichen Versuchstadiums für Scheinwerfer- und Projektionszwecke eignen. Die von verschiedenen Seiten unternommenen Versuche[19]), mit Gasentladungslampen weißes Licht zu erzeugen, haben zu einer bedeutsamen Lösung geführt. Durch Aufbringung lumineszierender Stoffe auf die Innenwandung von Quecksilberentladungsröhren kann man einen Teil der unsichtbaren Strahlung in sichtbares Licht umwandeln. Auf diese Weise lassen sich verschiedene Farbtöne erzielen, insbesondere auch eine tageslichtähnliche Lichtfarbe, bei gleichzeitiger Steigerung der Lichtausbeute[20]).

3. Beleuchtungstechnik.

Der Luftschutz hat die Lichttechnik vor neue Aufgaben gestellt. Die Lösung dieser Aufgaben ist mit der Schaffung neuer Leuchten[21]) eingeleitet worden. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Ausleuchtung von Schaukästen mit Hilfe einer einzigen Lichtquelle (Soffitte) wurden Gürtellinsen entwickelt[22]), die eine unsymmetrische Lichtverteilung ergeben. Sie eignen sich auch zur gleichmäßigen Beleuchtung von Reklameschildern.

Das Ziel der Reklamebeleuchtung, durch erhöhte Auffälligkeit Aufmerksamkeit zu erregen, wurde auf alten und neuen Wegen weiter verfolgt. Leuchtröhren besonderer Form und Farbe fanden in Schaufenstern als Blickfang Verwendung[23]). Die in Leuchtröhrenstromkreisen häufig auftretende Überlastung der Leitungen konnte z. T. auf Resonanzerscheinungen in dem durch Drossel bzw. Transformator und Kapazität der Leitungen gebildeten Schwingungskreis zurückgeführt werden[24]). Läßt man ein starkes, konzentriertes Lichtbüschel auf eine sich drehende Spiegelpyramide mit waagerechter Achse fallen, so erhält man die eigenartige Erscheinung eines umlaufenden Rades mit leuchtenden Speichen, die eine gute Reklamewirkung hat[25]). Ein sehr interessanter Versuch, eine indirekte Straßenbeleuchtung zu erzielen durch Anleuchtung der Häuser von den gegenüberliegenden Dächern aus, wurde in Innsbruck gemacht[26]). Die baulichen Schönheiten der Häuserfronten kommen bei dieser vollkommen blendungsfreien Beleuchtung auch in den Abendstunden voll zur Geltung. In verschiedenen Städten, z. B. auch in Berlin, wurden versuchsweise Quecksilberdampflampen zur Straßenbeleuchtung mit gutem Erfolg benutzt. Der Einfluß des Reflexionsvermögens der Straßenoberfläche und der Anordnung und Lichtverteilung der Lichtquellen auf die Sichtverhältnisse auf einer beleuchteten Straße wurden einer eingehenden Betrachtung unter-

[1]) Licht u. Lampe 23 (1934) S. 81.
[2]) Licht u. Lampe 23 (1934) S. 82, 130, 207 u. 227.
[3]) Licht 4 (1934) S. 59 u. 98.
[4]) Licht u. Lampe 24 (1935) S. 77.
[5]) Licht 5 (1935) S. 59.
[6]) Physik. Z. 35 (1934) S. 545.
[7]) Licht 5 (1935) S. 9 u. 62.
[8]) Licht 5 (1935) S. 34 u. 85.
[9]) Licht 5 (1935) S. 11 u. 62.
[10]) Licht 5 (1935) S. 40.
[11]) Bur. Stand. J. Res. 13 (1934) S. 161; vgl. Licht 5 (1935) S. 76.
[12]) Licht 5 (1935) S. 37 u. 86.
[13]) Illum. Engr., Lond., 27 (1934), S. 223.
[14]) Gen. electr. Rev. 37 (1934) S. 342; ETZ 55 (1934) S. 1130.
[15]) Gen. electr. Rev. 37 (1934) S. 342; ETZ 55 (1934) S. 1130.
[16]) Licht 4 (1934) S. 57.
[17]) Vgl. a. ETZ 56 (1935) H. 19, S. 534.
[18]) ETZ 56 (1935) H. 15, S. 432. Licht 5 (1935) S. 84.
[19]) Trans. Illum. Engng. Soc. 28 (1934) S. 762; ETZ 55 (1934) S. 542.
[20]) Licht 5, (1935) S. 62.
[21]) ETZ 56 (1935) H. 15, S. 432. Licht u. Lampe 23 (1934) S. 540.
[22]) Licht u. Lampe 23 (1934) S. 189.
[23]) Licht u. Lampe 23 (1934) S. 87.
[24]) ETZ 55 (1934) S. 361.
[25]) Licht 5 (1935) S. 61.
[26]) Licht 5 (1935) S. 5.

Digitized by Google

zogen[27]). Neuere amerikanische Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen der Güte der Straßenbeleuchtung und der Unfallhäufigkeit haben wiederum bewiesen, daß die Kosten für die Verbesserung der Straßenbeleuchtung durch die Verminderung der Unfallschäden mehr als ausgeglichen werden[28]). Für Verkehrsampeln werden neuerdings auch Leuchtröhren verwendet[29]). Die neue Reichs-Straßenverkehrsordnung von 1934 enthält für die Beleuchtungsanlage von Kraftwagen, Motor- und Fahrrädern genaue lichttechnische Anweisungen. Auch die Beurteilung der Blendung wird zum ersten Male gesetzlich auf eine lichttechnische Grundlage gestellt. Die Internationale Automobil- und Motorradausstellung gab einen sehr guten Überblick über die Neuerungen in der Automobilbeleuchtung[30]). Bei der Reichsbahn wurden sehr erfolgreiche Versuche zur Beleuchtung der Gleisfelder mit Scheinwerfern und mit Natriumdampflampen gemacht[31]). Erneute zahlreiche Versuche haben gezeigt, daß bei Nebel durch Färbung des Lichtes keine bessere Durchdringungsfähigkeit erreicht werden kann[32]). — Die Sicherheit des Nachtluftverkehrs wurde durch Aufstellung geeigneter Landebahnscheinwerfer[33]) gefördert. Es wurde untersucht, welche Anordnung von Richtfeuern für den Luft- und Seeverkehr die besten Ergebnisse hinsichtlich der Innehaltung eines vorgeschriebenen Kurses ergibt[34]). — Bei der Weiterentwicklung der Grubenbeleuchtung wurde vor allem großer Wert auf die Erhöhung der Betriebs- und Schlagwettersicherheit gelegt[35]) [36]).

Auch in der Technik und in der Wissenschaft hat das Licht neue Anwendungsgebiete gefunden, z. B. zum Nachweis und zur Anzeige geringer Verunreinigungen der Luft[37])[38]), im Glimmlampenindikator zur Druckanzeige[39]) und zur Messung dünnster Drähte[40]). Die große Bedeutung des Lichtes als Wirtschaftsfaktor ist durch eingehende Untersuchungen nachgewiesen worden[41])[42]).

[27]) Illum. Engr. 27 (1934) S. 305. ETZ 56 (1935) H. 12, S. 350.
[28]) Trans. Illum. Engng. Soc. 30 (1935) H. 1.
[29]) ETZ 56 (1935) H. 11, S. 318.
[30]) ETZ 56 (1935) H. 18, S. 507. Licht u. Lampe 24 (1935) S. 124.
[31]) Licht 5 (1935) S. 1 u. 25.
[32]) ETZ 56 (1935) H. 11, S. 319.
[33]) ETZ 55 (1934) S. 424.
[34]) Licht 4 (1934) S. 75, 95 u. 118.
[35]) ETZ 55 (1934) S. 74.
[36]) Licht 4 (1934) S. 153.
[37]) ETZ 55 (1934) S. 1178.
[38]) Dtsch. opt. Wschr. 55 (1934) S. 360.
[39]) ETZ 55 (1934) S. 376.
[40]) ETZ 55 (1934) S. 785.
[41]) Licht 5 (1935) S. 49 und ETZ 56 (1935) H. 16, S. 463.
[42]) ETZ 56 (1935) H. 15, S. 433.

16. Elektrochemie.

Unter den neuen Bestrebungen auf elektrometallurgischem Gebiet ist für Deutschland die im Herbst des letzten Jahres erfolgte Betriebseröffnung der neuen Zinkelektrolyse der Bergwerksgesellschaft Georg von Giesches Erben in Magdeburg bemerkenswert. Diese Anlage erzeugt täglich rd. 120 t Zink und deckt somit einen Teil des deutschen Bedarfes. In ihr wird in Deutschland und auch in Europa zum erstenmal ein Zink von einer Reinheit von 99,99 % elektrolytisch gewonnen. Bei ihrer Zinkgewinnung wird eine dem Amerikaner Tainton geschützte silberhaltige Bleianode verwendet. Ferner wurden in der Magdeburger Anlage zum Umschmelzen des Elektrolytzinkes vor dem Gießen zu Barren erstmalig zwei neuartige Niederfrequenz-Induktionsöfen angewandt, von denen jeder bei 20 t Fassungsvermögen eine stündliche Schmelzleistung von 3 t Zink hat.

Einige Betriebe für elektrolytische Raffination wurden erweitert zwecks Scheidung der Kupfer-Silber-Legierungen aus den eingezogenen Münzen. Die elektrolytischen Metallgewinnungsanlagen konnten aus den Ergebnissen früherer Entwicklungsarbeiten Nutzen ziehen, z. B. im Hinblick auf die rationelle Verwertung der Altmetalle und die Vermeidung unnötiger Metallverluste. In diesem Sinne wurde u. a. auf neuer Grundlage die elektrolytische Entkupferung von Beizlaugen aufgegriffen, wie sie in den Industrien des Kupfers und der Kupferlegierungen, z. B. beim Beizen von Drähten, Bändern, Blechen u. dgl. entstehen.

Weiterverfolgt wurden in einer Reihe von Ländern die Absichten, sich eine wenn auch nur beschränkte heimische Aluminiumerzeugung zu schaffen, um sich dadurch bis zu einem gewissen Grade von der Einfuhr dieses Metalles unabhängig zu machen.

Auf dem Gebiete der elektrolytischen Chlorkaliindustrie, d. h. der Elektrolyse von Kochsalz unter Gewinnung von Ätznatron und Chlorgas, wurden auch im letzten Jahre die bisher üblichen Diaphragmaverfahren verwendet und nur vereinzelt die sogenannte Quecksilberzelle betrieben. Elektroosmotische Diaphragmageräte, insbesondere zur Reinigung von Wasser für industrielle und pharmazeutische Zwecke, kamen besonders unter Verwendung eines für Kleinbetriebe besonders ausgebildeten Kleintypgerätes mehrfach zur Einführung. Auf dem Gebiete der Wasserzersetzung liegen Berichte vor, die neben den üblichen Niederdruckverfahren auf neue Arbeiten auf dem Gebiete der sogenannten Hochdruckelektrolyse, d. h. der elektrolytischen Wasserzersetzung unter hohem Druck, hindeuten. Eine normale Wasserelektrolyse wurde von Deutschland aus für den neuen Zeppelinluftschiffhafen von Pernambuco geliefert und in Betrieb genommen.

Nachdem wissenschaftliche Forschungen das Vorhandensein eines sog. „schweren Wassers" erwiesen hatten und dieses sich im Elektrolyten von Wasserzersetzungsanlagen nach längerer Betriebszeit in gewissen Mengen vorfindet, wirkte dieser Teil der Technik auch befruchtend auf diese zunächst rein wissenschaftlichen Forschungen.

Unter den galvanischen Verfahren, die dem Oberflächenschutz von Aluminium und Aluminiumlegierungen durch die neuen Oxydationsverfahren dienen (in Deutschland „Eloxalverfahren", im Ausland „Alumiliteverfahren" genannt), gingen die Bestrebungen, eine Zusammenarbeit und einen Patent- und Erfahrungsaustausch zwischen den beteiligten deutschen und ausländischen Kreisen zu schaffen, weiter vorwärts. Obwohl sich für diese Verfahren eine ganze Reihe Möglichkeiten bezüglich der elektrochemischen und der elektrotechnischen Seite, z. B. in bezug auf die Art und die Zusammensetzung der angewandten Elektrolyte sowie auf Stromart und auf Spannung, ergeben können, wurde nur eine gewisse Anzahl geeigneter Verfahren ausgewählt, die sich für die Einführung in die Praxis vorzugsweise eignen und für die meisten Verwendungszwecke genügen. Die Anzahl der für dieses Verfahren gebauten Anlagen stieg sowohl im Inland als auch im Ausland.

Digitized by Google

17. Elektrisches Nachrichtenwesen.

I. Fernsprechwesen.

a) Fernkabel und Verstärkertechnik.

Zur gleichen Zeit, wo die Verstärkerröhre nach 20jähriger Anwendungs- und Entwicklungszeit die Fernsprechtechnik im zunehmenden Maße beherrscht, scheint die durch die Pupinsche Erfindung gekennzeichnete Entwicklung der Fernsprechleitungstechnik der letzten Jahrzehnte zu einem gewissen Abschluß gekommen zu sein.

Infolge der für den Fernsprechweitverkehr notwendigen Herabsetzung der Übertragungszeit durch Wahl einer entsprechend schwachen induktiven Belastung steht die Technik der Mehrfachausnutzung der Leitungen durch Trägerstromverfahren im Mittelpunkt des Interesses. Die Richtung hat sich bereits dahin ausgewirkt, daß bei neuzeitlichen Fernkabeln die induktive Belastung nicht nur mit Rücksicht auf die Übertragungsgeschwindigkeit im Weitverkehr, sondern auch zur Erreichung eines breiten Übertragungsbereichs möglichst schwach gewählt wird. Die Fortschritte in der Herstellung von Hochfrequenzkabeln, wie sie seit einiger Zeit in der Funk- und Fernsehtechnik verwandt werden, sind naturgemäß der neuen Entwicklungsrichtung der Fernsprechleitungstechnik zustatten gekommen. Solche Kabel, die zunmeist aus einem einzelnen in der Achse eines Metallrohres untergebrachten Leiter bestehen, haben einen fast unbegrenzten Übertragungsbereich. Versuche mit derartigen Kabeln, deren wirtschaftliche Ausnutzungsmöglichkeit durch einen Übertragungsbereich von etwa 2 Mill Hz gekennzeichnet ist, sind im Gange. Diese Kabel würden auch die Übertragung von Fernsehsendungen ermöglichen, die beim gegenwärtigen Stand der Technik einen Übertragungsbereich von 500 000 Hz beanspruchen. Die Verstärkertechnik hat infolgedessen nunmehr die Aufgabe, Verstärker für sehr breite Frequenzbänder zu schaffen.

In der Berichtszeit wurden neue Fernkabelstrecken mit einer Adernlänge von über 60 000 km fertiggestellt. Einige ältere Kabel wurden durch Vornahme eines besonderen Ausgleichs in ihren Eigenschaften verbessert.

Im Rahmen der allgemein eingeführten, neuen Bauform für die Verstärkerämter (Baukastenform) ist nunmehr auch ein Rundfunksystem (Rundfunkleitungsverstärker) dieser Bauform geschaffen und eingeführt worden, das gegenüber den bisher verwendeten Verstärkern elektrische und betriebliche Vorteile besitzt. Auf Grund der erfolgreich abgeschlossenen Versuche mit dem Vierdraht-Zweibandfernsprechen sind betriebsmäßige Geräte (Gruppenverstärker und Endschaltungen) entwickelt und in den für diese Betriebsart vorgesehenen Adern eines der neuen Fernkabel in Betrieb genommen worden.

b) Meßtechnik.

Die zunehmende trägerfrequente Ausnutzung der Fernkabelleitungen hat umfangreiche Untersuchungen über das Verhalten der Kabel im Bereich der Trägerfrequenzen besonders bezüglich der Kopplungen nötig gemacht. Zum Teil mußten hierfür geeignete Meßverfahren und Geräte erst geschaffen werden. Auf Grund der gesammelten Erfahrungen sind die Anforderungen, die an trägerfrequent zu betreibende Kabel zu stellen sind, festgelegt und Anweisungen über die meßtechnische Feststellung der betreffenden elektrischen Werte ausgearbeitet worden.

Zur Vereinfachung der Prüfung der Verstärker in den Verstärkerämtern wurden erstmalig Geräte eingeführt, die die Verstärkungsziffer unmittelbar anzeigen (Verstärkungsanzeiger).

Nach längerer Entwicklungsarbeit und Prüfung der von den einschlägigen Firmen abgegebenen Vorschläge steht jetzt ein Dämpfungsmeßgerät zur Prüfung der übertragungstechnischen Eigenschaften von Fernsprechanschluß-, Verbindungs- und Nahleitungen zur Verfügung. Es besteht aus einem Milliwattsender für die Frequenz von 800 Hz und einem Dämpfungsanzeiger. Mit Rücksicht auf die notwendige vielseitige Verwendbarkeit und leichte Bedienung arbeitet der Dämpfungsanzeiger ohne Röhren und Batterien. Er besteht im wesentlichen aus einem Trockengleichrichter in Verbindung mit einem empfindlichen Drehspulinstrument. Die grundsätzliche Wirkungsweise der Geräte entspricht derjenigen der bekannten hochwertigen Einrichtungen, die zur Überwachung vor allem der mit Verstärker ausgerüsteten Fernleitungen dienen. Mit der Einführung dieser Meßgeräte in den Betrieb kommen die bisher gebräuchlichen subjektiven Hörverfahren auch dort zum Wegfall, wo die kostspieligen und umfangreichen Wechselstrommeßeinrichtungen für Fernleitungen nicht vorhanden sind.

c) Fernsprechweitverkehr.

Die günstige Entwicklung des Fernverkehrs in Deutschland hat zu einer Vermehrung besonders der Weitverkehrsleitungen (Vierdrahtleitungen) geführt. Da auch vom CCIF[1]) angestrebt wird, alle über 300 km langen Verbindungen in Vierdrahtschaltung auszuführen, ist mit einer weiteren Zunahme der Vierdrahtleitungen auch nach dem Ausland zu rechnen. Die technischen Einrichtungen des Übersee-Funk-Fernsprechverkehrs sind durch Ausrüstung mit neuen Geräten zur Geheimhaltung der Ferngespräche verbessert worden.

d) Amtsbau und Sprechstellentechnik.

Entsprechend der neuen Bauart der Einrichtungen für kleinere Vermittlungstellen mit Wählbetrieb, die mit Anrufsuchern und Drehgruppenwählern ausgerüstet sind, kommt jetzt eine Einrichtung für kleinste Vermittlungsstellen bis zu 30 Teilnehmern zur Einführung.

Der neue Ortsmünzfernsprecher, der in der Regel für Ferngespräche durch eine Sperrvorrichtung an der Nummernscheibe nicht benutzbar ist, und dessen Geldbehälter vom Teilnehmer geleert wird, ist jetzt auch in Tischform eingeführt worden. Zwei mit Verstärkern arbeitende Hilfseinrichtungen (eine Lautsprechereinrichtung und ein Lauthörgerät) sind als private Zusatzeinrichtungen für Sprechstellenapparate zugelassen worden.

[1]) Zwischenstaatlicher Beratender Ausschuß für den Fernsprechbetrieb.

Digitized by Google

II. Telegraphie.

a) Apparattechnik.

Die Entwicklung der Springschreiber war vornehmlich darauf gerichtet, die Apparate der am Springschreiberbau in Deutschland beteiligten Firmen im Aufbau möglichst einander zu nähern, um für den Betrieb Erleichterungen zu schaffen. Dies gilt namentlich für den Ausgleich der Empfangsverzerrung durch den sogenannten „Teilkreis", der jetzt an allen Apparaten vorhanden ist. Eine Reihe anderer Teile ist vereinheitlicht worden. Bei Vorhandensein von Wechselstrom-Netzanschluß werden nach Möglichkeit Springschreiber mit Synchronmotoren verwendet, die den Apparaten mit Reglermotoren in bezug auf Wartung und Geschwindigkeitsprüfung überlegen sind und außerdem keine Rundfunkstörungen hervorrufen, da funkenbildende Stromwender und Motorregler fehlen. Zur Unterdrückung der durch Springschreiber erregten Rundfunkstörungen wurden Versuche durchgeführt, die zu einem vollen Erfolg geführt haben. Hierbei gelang es vor allem, mit Hilfe der üblichen Störschutzmittel und der bekannten Störschutzschaltungen die Entstörungen für ein möglichst breites Wellenband (200 bis 1500 m) zu erreichen. Sämtliche Springschreiber werden jetzt mit „Starkstromsteckern mit Schutzerdung" ausgerüstet.

Die im Telegraphenbetrieb verwendeten Tastenwerke und die Telegraphenbuchstabenfolge an Springschreibern sind weiter vereinheitlicht worden. Die Zahl der im Betrieb eingesetzten Springschreiber hat sich weiter erhöht.

Der Siemens-Hell-Schreiber[1]), der neuzeitliche Bild-Drucktelegraphenapparat, erfreut sich infolge seiner mannigfachen Vorzüge (kein Gleichlauf im üblichen Sinne, einfaches Empfangsystem, besondere Eignung für drahtlosen Verkehr) wachsender Beliebtheit. Die Deutsche Reichspost hat diese Vorzüge erkannt und ist z. Z. dabei, größere Versuche mit diesem Apparat durchzuführen.

Im Benehmen mit dem Reichspostzentralamt wurde von der Industrie ein neues Empfangsrelais für Telegraphie entwickelt, das sich im äußeren Aufbau und in der Anordnung des magnetischen und elektrischen Kreises grundsätzlich von den früheren Ausführungen unterscheidet. Bemerkenswert sind die Federeinspannung und Schwerpunktlagerung des Ankers sowie die Aufhängung des Kontaktschlittens an kräftigen Blattfedern. Das neue Relais zeichnet sich durch große Empfindlichkeit und geringe Eigenverzerrung aus, wodurch es für viele verschiedene Zwecke brauchbar erscheint.

b) Übertragungstechnik.

Der in der letzten Zeit aufgetretene Mehrbedarf an Telegraphenleitungen zwingt dazu, die Mehrfachausnutzung der Fernkabelleitungen zu steigern. Während die bisherigen Einrichtungen der Wechselstromtelegraphie (WT) 12 Telegraphierwege auf einer Fernsprechleitung einzurichten gestatten, ist diese Zahl in der neuen Gestellform, die demnächst auf einigen Verkehrsbeziehungen eingesetzt wird, auf 18 erhöht worden. Die Anpassung der WT an das Verkehrsbedürfnis wird durch Einführung des Staffelbetriebes erleichtert. Bei dieser Betriebsart enden auf dem WT-Gestell eines Amtes nicht mehr sämtliche Telegraphierkanäle einer WT-Verbindung, sondern nur die Kanäle, welche im Endverkehr gebraucht oder über eine Telegraphenleitung anderer Betriebsform (z. B. Unterlagerungstelegraphie) weiterverbunden werden. Die Frequenzen der durchgehenden WT-Kanäle werden über Bandfilter unmittelbar ohne Zwischenschaltung einer Relaisübertragung auf die weitergehende, zu ihrem Bestimmungsort führende WT-Verbindung geleitet. Im Zwischenamt werden die zu diesen Kanälen gehörenden Frequenzsätze der WT-Einrichtung frei und können gespart oder für andere Verkehrsbeziehungen verwendet werden. Der Staffelbetrieb erlaubt so, durch entsprechende Aufteilung der Trägerfrequenzen auch zwischen Ämtern mit geringem gegenseitigen Verkehrsbedürfnis den WT-Betrieb in wirtschaftlicher Form zu verwirklichen.

Mit Einführung der Überlagerungstelegraphie (ÜT) ist man dazu übergegangen, den zwischen dem Sprachfrequenzband und der Grenzfrequenz einer leicht bespulten Vierdrahtleitung liegenden Übertragungsbereich für die Telegraphie auszunutzen. Im Gegensatz zur Unterlagerungstelegraphie, die sich als Gleichstromtelegraphie auf das Frequenzband unterhalb der Sprachfrequenzen beschränkt, werden die Telegraphiefrequenzen der ÜT von den Fernsprechverstärkern übertragen, so daß in den Verstärkerämtern keine besonderen Umgehungschaltungen nötig sind und die ÜT für den Betrieb zwischenstaatlicher Telegraphenweitverbindungen gut geeignet ist.

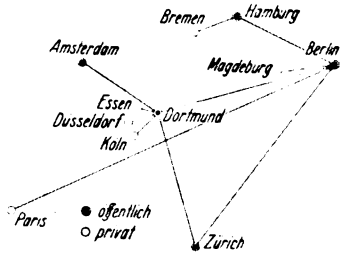


Abb. 1. Das Netz des Teilnehmerwählbetriebes.

Zur Trennung der Telegraphie- und Sprachfrequenzen sind in den Endämtern je zwei Sprachsiebe mit einer Grenzfrequenz von 2850 Hz und je zwei Telegraphiesiebe mit einem Durchlaßbereich von 3140 bis 3260 Hz vorgesehen. Die hinter die Sendeverstärker geschalteten Sprachpegelbegrenzer sollen den durch die Sprache im Telegraphiekanal erzeugten Störpegel auf ein bestimmtes Maß beschränken. Eine seit einiger Zeit zwischen Berlin und Hamburg aufgenommene Versuchsverbindung hat zu guten Ergebnissen geführt, so daß bald mit der Einrichtung weiterer ÜT-Verbindungen zu rechnen ist.

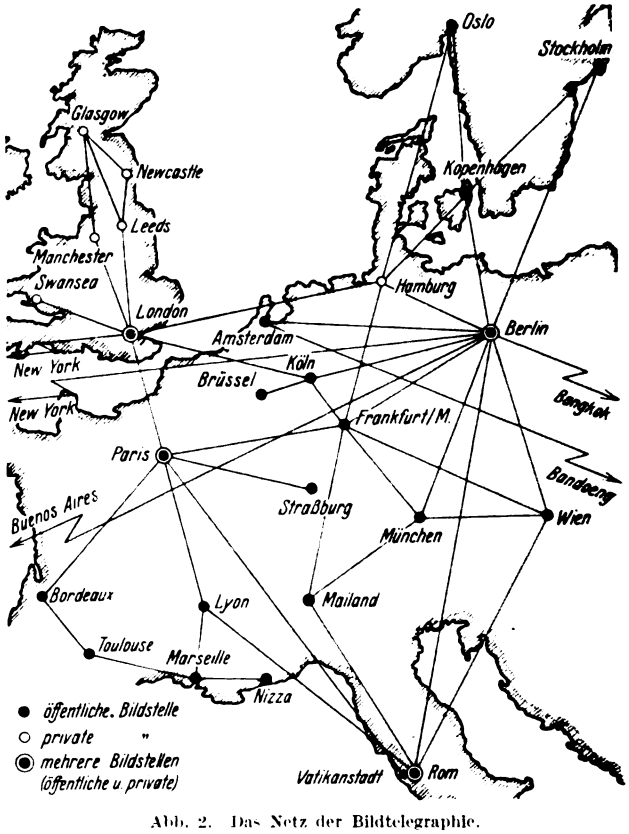


Abb. 2. Das Netz der Bildtelegraphie.

c) Fernschreibteilnehmer-Telegraphie.

Der aus den verschiedenen Formen der Teilnehmertelegraphie für Deutschland gewählte Teilnehmerwählbetrieb (TW-Betrieb) hat sich in dem Versuchsverkehr, welcher zwischen Berlin und Hamburg eingerichtet worden ist, bewährt und soll noch im Sommer d. J. auf das rheinisch-westfälische Industriegebiet durch Schaffung der

[1]) ETZ 55 (1934) S. 14 u. 141.

Digitized by Google

Netzgruppe Dortmund ausgedehnt werden. Das TW-Netz umfaßt dann die in Abb. 1 angegebenen Orte. Über Zürich und Amsterdam bestehen schon heute Verbindungen mit dem niederländischen und Schweizer Teilnehmernetz. Eine von Berlin nach Paris führende Leitung dient dem Anschluß eines französischen Teilnehmers an das deutsche Netz. Für die Zukunft ist mit dem Anschluß weiterer Länder zu rechnen.

d) Bildtelegraphie.

Auch auf dem Gebiete der Bildtelegraphie ist die Deutsche Reichspost ständig bemüht, die Verkehrsmöglichkeiten zu bessern und die Übertragungsgüte zu steigern. Nach Einrichtung der Bildstelle Köln im Dezember 1934 umfaßt das öffentliche Bildleitungsnetz in Deutschland — außer einer privaten Stelle in Hamburg — vier Bildstellen, die nach Abb. 2 mit zahlreichen Städten des Auslandes in Verbindung stehen. Die Bildgeräte der deutschen Bildstellen werden z. Z. mit einem neuen Lichtrelais, dem „Lichthahn", ausgerüstet. Gegenüber der bisher verwendeten Kerrzelle zeichnet sich der Lichthahn dadurch aus, daß die Tönung der Bilder besser wiedergegeben wird und daß sich Leitungsstörungen (Pegeländerungen und Störspannungen) weniger stark bemerkbar machen. Die Trommeln der Bildgeräte werden augenblicklich entsprechend den Empfehlungen des Zwischenstaatlichen Beratenden Ausschusses für Telegraphie (C. C. I. T.) gegen die kleineren genormten ausgewechselt. Durch diesen Umbau wird die höchst zulässige Bildgröße einheitlich von bisher $18 \times 24\,cm^2$ auf $13 \times 18\,cm^2$ beschränkt. Statt dessen wird die Zeilenzahl von 4 Zeilen je mm Bildbreite auf 5⅓ Zeilen erhöht, so daß das Bildraster verfeinert und damit die Schärfe der Bilder erhöht wird.

Auf Veranlassung der Deutschen Reichspost wurde ein tragbarer Bildsender entwickelt, der in zwei Koffer untergebracht ist. Er soll in einfacher Weise an Orten, welche keine Bildstelle besitzen, die vorübergehende Einrichtung einer amtlichen Bildsendestelle ermöglichen.

III. Funkwesen.

Der kommerzielle Kurzwellen-Funkverkehr steht dank der Entwicklungsarbeiten der früheren Jahre in Deutschland auf einer gesicherten Grundlage. Wie in dem vorjährigen Bericht angegeben worden ist[1]), erfordert der Betrieb für jede Funklinie verschiedene Wellen bei Tag und bei Nacht sowie vielfach auch für die Dämmerzeit und entsprechende Richtstrahler. Zur Betriebsverbesserung hat die Deutsche Reichspost die für den Überssee-Funkverkehr in Nauen vorhandenen Sender so umbauen lassen, daß sie einen schnellen Wellenwechsel gestatten. Auch die Zahl der Richtstrahler ist vermehrt worden. Daneben hat die Deutsche Reichspost im abgelaufenen Jahr gemeinsam mit der Radio Corporation of America Versuche mit verschiedenen Antennenformen aufgenommen, um den Zusammenhang zwischen der Empfangsfeldstärke und den Störungen des erdmagnetischen Feldes festzustellen, und um zu ermitteln, ob es einen günstigsten Abstrahlwinkel einer Sendeantenne gibt, bei dem der Schwund am geringsten ist und bei dem eine Welle in einer bestimmten Verkehrsbeziehung länger als bisher in Betrieb gehalten werden kann. Bisher hat sich allerdings ein Zusammenhang zwischen der Empfangsfeldstärke und den Störungen des erdmagnetischen Feldes nicht feststellen lassen.

Bei den hohen Leistungen, wie sie mehr und mehr im Funkbetrieb angewendet werden, spielt der Stromverbrauch eine große Rolle. Im letzten Jahr wurde eine leistungsparende Schaltung für Funksender entwickelt, die in Deutschland bereits in Betrieb ist und sich gut bewährt.

Die Erhöhung der Leistung der deutschen Großrundfunksender im Mittelwellenbereich auf 100 kW ist im abgelaufenen Jahr durchgeführt worden mit Ausnahme des Senders Heilsberg. Aber auch hier stehen die Arbeiten vor dem Abschluß. Der neue Deutschlandsender, der eine Leistung von 150 kW und eine besondere schwundmindernde Antenne erhält, ist im Bau. Mit den schwundmindernden Antennen für Rundfunksender im Mittelwellenbereich, über die im vorjährigen Bericht Angaben gemacht worden sind, sind nach den Beobachtungen, die auch durch systematische Messungen ergänzt worden sind, so gute Erfahrungen gemacht worden, daß sie jetzt bei der Mehrzahl der deutschen Sender angewendet werden. Der Gleichwellenbetrieb der deutschen Nebensender ist weiter ausgebaut und vervollkommnet worden. Im Rahmen der Untersuchungen über die Möglichkeiten zur Verbesserung des Rundfunks hat die Deutsche Reichspost im abgelaufenen Jahr den hochfrequenten Drahtfunk entwickelt. Bei diesem werden den Teilnehmern drei verschiedene (modulierte) Trägerfrequenzen, die in besonderen Sendern erzeugt werden und im Langwellen-Rundfunkband liegen, unter Ausschluß des drahtlosen Weges über Leitungen (Fernsprechleitungen) zugeführt. Die Aufnahme geschieht mit Rundfunkempfängern.

Für den Überseerundfunk (deutsche Kurzwellensender) sind neue Richtstrahler für Sendungen nach Südasien, Australien und Mittelamerika errichtet worden. Die Erstellung der erweiterten Anlagen für den Überseerundfunk (Aufstellung von mehreren Sendern mit einer Telephonieleistung von 20/40 kW) ist im Gange.

Besonderen Wert hat die Deutsche Reichspost noch im abgelaufenen Jahr auf die Verfeinerung der Frequenzmessungen gelegt. Das bisher benutzte Verfahren ließ Meßgenauigkeiten von höchstens 3×10^{-5} zu. Diese reichen aber für die Messung von Rundfunksendern nicht aus. Seit einiger Zeit ist das Reichspostzentralamt mit einem Verfahren, bei dem über Leitungen eine Normalfrequenz der Quarzuhren der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt bezogen wird, in der Lage, Meßgenauigkeiten bis zu 1×10^{-7} zu erreichen.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 656.

IV. Fernsehen.

Auf der letzten VDE-Tagung in Stuttgart wurde über den Stand der Entwicklung der Fernsehtechnik berichtet[1]), wobei auch Ausführungen über die weiteren Pläne gemacht wurden. Inzwischen ist die Entwicklung wunschgemäß fortgeschritten. Die Fernsehanlage in Berlin-Witzleben ist weiter in vielen Punkten verbessert worden. Besonders wurden kleine Mängel an den Verstärkern, an den Modulations- und Synchroniseinrichtungen beseitigt. Die regelmäßigen Versuchssendungen wurden weiter fortgeführt und zeigten von Monat zu Monat die Verbesserungen an der gesteigerten Bildgüte. Am 1. II. 1935 war diese Anlage so betriebsicher geworden, daß sie der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft für Programmsendungen bereits an einigen Abenden in der Woche zur Verfügung gestellt werden konnte. Auch die Anzahl der Sendungen wurde im Laufe der Zeit fortwährend erweitert, so daß heute regelmäßig vormittags, nachmittags und abends Fernsehsendungen durchgeführt werden. Ein Lichtstrahl-Abtastsender war schon seit längerer Zeit für die Erweiterung der Anlage vorgesehen. Die Versuche mit demselben konnten im März abgeschlossen werden, so daß seit April dieser Abtastsender regelmäßig für die Sendungen eingesetzt werden konnte. Mit ihm ist es möglich, einzelne Personen und kleine Szenen unmittelbar, d. h. ohne Benutzung eines Films, zu übertragen. Ansage der Programme, Vorträge, Erklärungen usw. werden jetzt mit dieser Abtastanordnung durchgeführt. Inzwischen ist auch von der Industrie an der Durchbildung der Fernsehempfänger mit großem Eifer gearbeitet worden. Es stehen heute schon recht brauchbare Fernsehempfänger zur Verfügung,

[1]) VDE Fachberichte 1934, S. 121; ETZ 55 (1934) S. 1261.

Digitized by Google

deren Preis jedoch noch sehr hoch ist. Die Senkung dieser Preise muß der Entwicklung der nächsten Zeit vorbehalten bleiben. Um jedoch heute schon jedem Volksgenossen den Fernsehempfang zeigen zu können, hat die Deutsche Reichspost beschlossen, eine Anzahl öffentlicher Fernsehstellen in Berlin und Umgegend einzurichten, in denen zu bestimmten Zeiten der Fernsehempfang kostenlos vorgeführt wird. Die erste dieser Fernsehstellen ist am 9. IV. 1935 im Reichspostmuseum eröffnet worden, die zweite am 13. V. in Potsdam im Gebäude der Reichspostdirektion. Zur Klärung der Frage einer Versorgung weiterer Gebiete mit Fernsehen ist zunächst ein Versuch auf dem Brocken beabsichtigt, um festzustellen, welchen Umkreis man mit einem derartigen hoch aufgestellten Sender versorgen kann. Fällt dieser Versuch positiv aus, d. h. ergibt der Versuch, daß man eine große Anzahl von Städten mit einer einzigen Fernsehanlage versorgen kann, dann wird es verhältnismäßig schnell gehen, weitere Fernsehsender auf Bergesgipfeln aufzustellen. Auch die Versuche mit Fernsehkabeln haben zu dem erwarteten Erfolg geführt. Die Versuche an der ersten Kabelstrecke, die zwischen dem Reichspostzentralamt, Berlin-Tempelhof, und dem Fernsehhaus in der Rognitzstraße (10 km) durchgeführt werden, entsprechen voll den Erwartungen. Die Versuche mit dem Gegensehen, das ist die Verbindung des Fernsehers mit dem Fernsprecher, sind ebenfalls erfolgreich weitergeführt worden, so daß in einigen Monaten der erste Betrieb damit durchgeführt werden kann.

V. Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromleitungen.

Die Bewertungskurve des Psophometers[1]) ist auf Grund neuerer amerikanischer Untersuchungen vom CCIF[2]) im Bereich der niedrigen Frequenzen nochmals abgeändert worden. Gleichzeitig wurden die Bedingungen festgelegt, denen das Gerät hinsichtlich Empfindlichkeit, Genauigkeit, Symmetrie, Abschirmung gegen Fremdfelder usw. genügen soll. Inzwischen ist ein Gerät entwickelt worden, das diesen Bedingungen entsprechen dürfte; die Erprobung, besonders im Betriebe, ist noch nicht abgeschlossen.

Von größter Bedeutung für den Fernsprechbetrieb sind nach wie vor die Oberschwingungen, die durch Stromrichter jeder Art im speisenden und im gespeisten Netz erzeugt werden. Die Rückwirkung wird an vielen Stellen untersucht, weil die Oberschwingungen auch für den Betrieb des speisenden Netzes unangenehme Folgen haben können, wie Resonanz, zusätzliche Belastung von Motoren usw.[3]). Wenn der Widerstand des Netzes für die verschiedenen Oberschwingungen bekannt ist, kann man ihre Ströme und Spannungen vorausberechnen[4]). Die Oberschwingungsströme sind für den Fernsprechbetrieb meist von geringerer Bedeutung, weil sie sich auf die den Stromrichter speisende Leitung beschränken und weil die Induktionswirkung fehlerfreier Drehstromleitungen an sich klein ist. Die Oberschwingungen der Spannung können in höherem Maße stören, um so mehr, als sie auch in anderen Netzteilen auftreten können.

Die Rückwirkung nimmt zu mit dem Verhältnis der Stromrichter- zur Netzleistung. Sie wird daher erst mit der Verbreitung größerer Stromrichter von Bedeutung, während das gespeiste Gleichstromnetz schon bei einzelnen kleinen Gleichrichtern Störungen erzeugen kann. Die Störspannung[5]) des Drehstromnetzes kann durch Anschluß von Stromrichtern verdoppelt oder noch weiter gesteigert werden. Die Art des Stromrichters macht dabei nicht viel aus, auch ändert eine Glättung auf der Gleichstromseite (durch Wellensauger) die Verzerrungen auf der Drehstromseite kaum. Dagegen ist die Phasenzahl von großer Bedeutung; die Rückwirkung des zwölfphasigen Gleichrichters ist etwa halb so groß wie die des sechsphasigen.

Die neueren Untersuchungen über die Störfähigkeit des gespeisten Netzes haben bei Gleichrichtern ohne und mit Gittersteuerung die theoretischen Erwartungen bestätigt, ebenso bei Umrichtern, bei denen die erzeugte Wechselspannung starke Oberschwingungen haben kann. Betriebserfahrungen sind in Kürze zu erwarten, sobald der Umrichter der Wiesentalbahn in Betrieb kommt[6]).

Unter den Schutzmaßnahmen auf der Fernmeldeseite nimmt die Ausnutzung der Wirkungen des Mantelstroms bei bewehrten Kabeln eine bevorzugte Stellung ein. Bei technischen Frequenzen sind für eine starke Senkung der induzierten Spannung allerdings schon beträchtliche Mehraufwendungen erforderlich. So verdoppelt sich etwa der Preis des Kabels bei einer Senkung auf rd. 1 %[7]), während eine Senkung auf 10 bis 20 % bei starken Kabeln fast ohne Mehrkosten möglich ist. Bei Tonfrequenz liegen die Verhältnisse noch günstiger. Eine Schwierigkeit ergibt sich freilich dadurch, daß man zur Vermeidung von Korrosionen oft geneigt ist, den Mantel durch Isoliermuffen zu unterbrechen, wodurch mit der schädlichen Wirkung des Gleichstroms auch die nützliche des induzierten Wechselstroms unterbunden wird.

Der Schutzfaktor des Mantels läßt sich an Probestücken von etwa 2 m Länge mit ausreichender Genauigkeit messen; hierfür ist bereits ein besonderes Gerät entwickelt worden. Eine Unsicherheit liegt nur darin, daß die Probelänge nicht notwendig dem Mittelwert des ganzen Kabels entspricht. Mit dieser Möglichkeit muß besonders gerechnet werden, wenn für die Bewehrung magnetisch hochwertiges, thermisch behandeltes Eisen benutzt wird, das bei unvorsichtiger mechanischer Behandlung seine guten magnetischen Eigenschaften wieder verliert. Zur Nachprüfung kann in solchen Fällen der Schutzfaktor an ganzen, bifilar ausgelegten Kabellängen gemessen werden. Schon die Biegung des Eisenbandes beim Wickeln um das Kabel vermindert die Permeabilität. Als Mittel dagegen ist vorgeschlagen worden, die Bewehrung nicht rund, sondern vieleckig auszuführen[8]).

Die Frage des Schutzes gegen Knallgeräusche, die durch atmosphärische Entladungen und durch Fehler in benachbarten Starkstromleitungen entstehen können, ist neuerdings von verschiedener Seite wieder aufgegriffen worden. Die wirksamsten Schutzmittel sind spannungsabhängige Widerstände im Nebenschluß zum Fernhörer, der bei Überspannungen kurzgeschlossen wird. Seit langer Zeit werden für diesen Zweck Fritter benutzt, da die üblichen Spannungsicherungen nicht empfindlich genug sind. Durch Vorschalten eines Aufspanners kann man eine Edelgassicherung wohl empfindlich genug machen, doch wird die Schutzwirkung durch den Widerstand des Umspanners begrenzt. Diesen Nachteil vermeidet eine von Küpfmüller angegebene Kunstschaltung[9]), die fast so wirksam ist wie der Fritter. In Amerika versucht man, das gleiche Ziel unmittelbar durch Ausnutzung der Eigenschaften gewisser silitartiger Stoffe zu erreichen, die in Form von Plättchen zwischen Metallelektroden dem Hörer parallel geschaltet werden. Wenn auch die Wirkung des Fritters hierdurch kaum erreicht werden wird, so sprechen für diese Anordnung die Einfachheit und der geringe Raumbedarf.

Oberschwingungen in einem Lichtnetz können auch daraus gespeiste Rundfunk-Netzanschlußempfänger unmittelbar stören. Das trifft besonders für Gleichstromnetze zu, bei denen die Siebmittel in den Empfängern nur knapp bemessen sein können, damit nicht zu viel Spannung verloren geht. Aus dem gleichen Grunde ist auch die Verwendung zusätzlicher Siebmittel oft unwirtschaftlich. Störungen in durch Gleichrichter gespeisten Lichtnetzen — ein dreiphasiger Gleichrichter liefert eine Spannung von 150 Hz, die etwa 1/5 der Gleichspannung beträgt — sind mehrfach durch Einbau eines Wellensaugers beim Gleichrichter behoben worden. In einem Falle war eine solche Maßnahme auch bei einem großen Generator erforderlich, der eine Oberschwingung höherer Frequenz (1800 Hz) von ziemlicher Stärke liefert. Für solche Töne ist der Rundfunkempfänger wesentlich empfindlicher als der Fernhörer. Auch in einem Wechselstromnetz sind in einem

[1]) ETZ 55 (1934) S. 658.
[2]) Europ. Fernsprechdienst 1935, H. 38, S. 24.
[3]) Electr. Engng. 59 (1934) S. 926, 976; VDE-Fachberichte 1934, S. 99, 103, 108, 111.
[4]) Electr. Engng. 53 (1934) S. 54.
[5]) ETZ 55 (1934) S. 658.
[6]) Elektr. Bahnen 10 (1934), S. 15; s. a. S. 710 d. Heftes.
[7]) Electr. Engng. 53 (1934), S. 890, s. a. ETZ 56 (1935) H. 5, S. 114.
[8]) DRP 611 333.
[9]) Siemens Z. 14 (1934) S. 379.

Digitized by Google

Falle ähnliche Störungen aufgetreten: Durch das Arbeiten eines Gleichrichters wurde das Netz in einer Eigenschwingung (etwa 2500 Hz) erregt.

Die Zukunftsaufgaben auf dem Gebiet der Beeinflussung hängen wesentlich von der Entwicklung der Starkstromtechnik ab. Besondere Bedeutung kann dabei die Elektrisierung der Höllentalbahn[10]) gewinnen, wegen der abweichenden Frequenz und wegen der Verwendung von Gleichrichtern auf den Lokomotiven, die in dem Fahrdrahtstrom starke Oberschwingungen erzeugen werden. Aus Gleichrichtern gespeiste Gleichstrom-Hochspannungsleitungen mit Rückleitung über Erde[11]) werden den Betrieb oberirdischer Fernsprechleitungen in einem Streifen von vielen Kilometer Breite erschweren. Bei diesen Plänen muß also rechtzeitig auch die Frage der Fernsprechstörungen berücksichtigt werden.

[10]) Elektr. Bahnen 10 (1934), S. 14; s. a. S. 710 d. Heftes.

[11]) ETZ 56 (1935) H. 22, S. 601, 609.

18. Elektrophysik (einschließlich Elektroakustik).

Aus den vielen Beziehungen zwischen der Physik und und der Elektrotechnik seien einige hervorgehoben, entweder weil sie von der Technik übernommen werden konnten oder weil sie wertvolle Rückwirkungen für die Zukunft erwarten lassen.

Am auffälligsten war die in Verfolg von Atomzertrümmerungsversuchen[1]) festgestellte induzierte Radioaktivität von über 40 Elementen. Man beschießt dabei das Element mit Neutronen, Protonen, Deutonen oder mit α- und γ-Strahlen und erhält eine Kernumwandlung des Atoms. Der Vorgang verläuft allgemein in zwei Stufen. Zuerst wird durch den Stoß ein neuer, instabiler Kern gebildet, der später spontan zerfällt. Bei diesem Zerfall werden dann neu auftretende Elektronen, Positronen oder γ-Strahlen frei. Die Intensität dieser induzierten oder künstlichen Radioaktivität fällt exponentiell mit der Zeit ab[2]). Die halbe Intensität ist schon nach wenigen Sekunden oder erst nach einigen Tagen erreicht. Das radioaktive Natrium hat eine Halbwertzeit von 15 h. So gelang auch durch die Aktivierung von Uran mit Neutronen der Nachweis von kurzlebigen Elementen jenseits des Urans. Die Untersuchungen führten zur weiter vertieften Kenntnis des Atomkerns, als dessen Bausteine Protonen und Neutronen anzunehmen sind. Bei den Übergängen von einer Energiestufe zur anderen treten Elektronen oder Positronen in Verbindung mit Neutrinos auf, um die Energie zu erhalten, und Lichtquanten. Innerhalb des Kernes ist dabei das Fermische Wechselfeld mit relativistischer Quantenmechanik wirksam. Die Übergangsprozesse haben zu einer Fülle von Isotopen geführt — so kam man auch zu H^3 und He^3 —, von denen etwa 250 stabil sind. Ob die künstliche Radioaktivität über ihre physikalische Erkenntnis hinaus technische oder medizinische Bedeutung erlangt, läßt sich noch nicht sagen.

Untersuchungen der Höhenstrahlung, insbesondere das Auftreten von mehreren gleichzeitigen Teilchen bei Beobachtung mit der Wilsonschen Nebelkammer, deuten diese als Produkte einer Kernzertrümmerung beim Aufprall der eigentlichen Strahlung. Eine Zunahme der Höhenstrahlungsintensität beim Auftreten des Sternes Nova Herkulis scheint auf einen Zusammenhang mit dieser kosmischen Energiequelle hinzuweisen.

Auf dem Gebiete der Röntgenstrahlung wurde der Bereich des Röntgenspektrums nach sehr kurzen und nach sehr langen Wellenlängen ausgedehnt, so daß es hier in das kurze Ultraviolett hineinreichend einen Einblick in die äußere Elektronenstruktur der Atome erlaubte. Feinstrukturaufnahmen wurden auf biologische Präparate, wie Haare, Nerven, Aortakalk usw., ausgedehnt und zeigen über das normale Röntgenbild hinausgehend diagnostische Möglichkeiten. Drehanoden mit einigen tausend Umläufen in der Minute lassen Kurzzeitaufnahmen bei mehr als 40 kW Belastung der Röhre mit einem geometrisch sehr kleinen Brennfleck zu. Der Hochspannungs- und Strahlungsschutz wird jetzt bis 400 kV für Diagnostik und Therapie angewandt, vielfach ist die Röhre mit dem Transformator in einem gemeinsamen Metallkasten untergebracht. Schwermetallteile lassen die Strahlen nur durch das Strahlenaustrittsfenster hindurchgehen. Die Benutzung elektromagnetischer Kurzwellen (3 bis 30 m) für Heilzwecke mit örtlicher und tiefliegender Erwärmung hat erhebliche Fortschritte gemacht. Hierzu werden Röhrengeneratoren wegen ihrer hohen Leistung mit Vorteil benutzt.

In dem Streben, den absoluten Nullpunkt zu erreichen, sind erhebliche Erfolge durch ein von Debye und auch von Giauque angegebenes Verfahren erzielt worden. Man kann die Entropie von paramagnetischen Salzen durch eine isothermische Magnetisierung beträchtlich erniedrigen. Die folgende Entmagnetisierung bewirkt dann, wenn sie adiabatisch vorgenommen wird, eine Senkung der Temperatur. Man hat eine Reihe von hierfür geeigneten Stoffen gefunden, die, ausgehend von Temperaturen von etwa 1,5 ° K und Magnetfeldern von einigen zehntausend Gauß, bis auf einige hundertstel Grad an den absoluten Nullpunkt heranführten.

Die Entwicklung der ferro-magnetischen Werkstoffe zeitigte weitere Fortschritte[3]). Für die Anforderungen des Elektro-Maschinenbaus liegen geeignete Fe-Co-Legierungen mit erhöhter Sättigungsintensität vor, bei denen zur Erzielung von 15 bis 20 kG nur etwa die Hälfte der Ampèrewindungen erforderlich ist. Auch die silizierten Bleche sind durch geeignete metallurgische und wärmetechnische Maßnahmen in Anfangs- und Höchstpermeabilität um 50 % gesteigert und durch Verwendung von Karbonyl-Eisen noch um einen Faktor 2 verbessert worden unter gleichzeitiger Senkung der Verlustziffer. Bei den Nickeleisenlegierungen, die für die Fernmelde- und Meßtechnik sehr wertvoll sind, gelang durch Zusatz von Cu und Mo eine Steigerung der Anfangspermeabilität auf $\mu_0 = 50\,000$*[4]). Bei den Körpern mit konstanter Permeabilität, wie den Massekernen, ist auf die Misch- oder Schichtkerne aus Blechen verschiedener magnetischer Weichheit hinzuweisen. Hier gelang auch im kompakten Werkstoff die Herstellung von Sondereigenschaften der Magnetisierungsschleife, wie man sie sonst nur bei Anisotropie des Stoffes erhält. Hierzu gehören auch die Walz- und Glühbehandlungen bei gleichzeitigem magnetischem Quer- oder Längsfeld. Für permanente Magnete gelang es über die Koerzitivkraft der Al-Fe-Ni-Aushärtungsstähle hinaus mit Fe-Co-Ni-Ti-Stählen eine solche von über 900 Oe zu erreichen. Durch Sintern von Oxyden wurde ein neuer Weg zur Schaffung von Stahlmagneten beschritten.

Auf dem Gebiete des Schalles führten die Untersuchungen über die anomale Absorption zur Vervollständigung der Theorie der Quantenmechanik der Moleküle. Es ergaben sich dabei in feuchter Luft schon für niedrige Frequenzen starke Absorptionen. Ebenso traten bei sehr hohen Intensitäten selektive Absorptionen auf, welche z. B. die Lautsprecherwiedergabe beeinflussen können. An Konusmembranen wurden bei höheren Anregungen subharmonische Schwingungen beobachtet, welche das Klangbild sehr entstellen. Ihre Erkenntnis gab auch die Mittel zu ihrer Beseitigung, so daß der bekannte dumpfe Klang vermieden wird, wenn man die Membran so gestaltet, daß sie sich nicht in einer Ebene abwickeln läßt. Die akustische Meßtechnik verlangte weitere Ausbildung von Geräten zur Messung von Schalldruck, Lautstärke und Frequenzverteilung. Hier ist man mit einem aus Stäbchen bestehenden Konkavgitter, entsprechend einer großen Zahl von Resonatoren, und durch Frequenztransformation des ursprünglichen Schalles soweit gekommen, daß man das Schallspektrum gleichzeitig mit dem Hören des Schalles sieht. Die vielfachen Aufgaben der Raumakustik werden durch Geräte zur Aufzeichnung der Schallstärke erleichtert. Der Lärmminderung wurde nicht nur im Kraftfahrzeugbau, sondern auch im Elektromaschinenbau und im Bau von Wohnungen und Fabriken erhöhte Bedeutung beigelegt. Durch die Reichs-Straßenverkehrsordnung ist zum ersten Male eine obere Grenze für die zulässige Lautstärke der Kraft-

[1]) ETZ 55 (1934) S. 660.

[2]) Proc. Roy. Soc., Lond., A 146 (1934) S. 483.

[3]) Vgl. Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 297.

[4]) Legierung 1040. Arch. techn. Messen 913—5 (1935).

Digitized by Google

fahrzeuge gesetzlich festgelegt. Das Fahrgeräusch darf in 7 m seitlicher Entfernung und bei einer Geschwindigkeit von 40 km/h und Vollast die Zahl von 85 Phon, das der Hupen oder anderen Warnsignale 100 Phon nicht überschreiten.

Beim Durchgang von Ultraschallwellen durch Flüssigkeiten und feste Stoffe ergeben sich Anisotropien der Dichte, wodurch ein den Stoff ebenfalls durchsetzender Lichtstrahl gebeugt wird. Man kann aus den optischen Beugungsbildern auf die Vorgänge in den Stoffen schließen. Läßt man die Schallwellen in drei aufeinander senkrechten Richtungen durch den Stoff gehen, so verhält sich der Stoff, der von Natur isotrop ist, wie ein Raumkristall. Beim Durchgang eines Lichtstrahles ergeben sich dann die gleichen Beugungsbilder, wie sie nach dem Vorschlag von v. Laue beim Durchgang von Röntgenstrahlen durch natürliche Kristalle gefunden wurden.

Weitere Arbeiten bezogen sich auf das psychologische Grenzgebiet, welches hier wegen seiner Rückwirkung auf die Meßtechnik und zur Beurteilung der Übereinstimmung vom objektiv Gemessenen mit dem subjektiv Beobachteten besonders beachtet werden muß.

19. Akkumulatoren.

Auf dem Gebiete der Akkumulatoren beherrschen nach wie vor die beiden Grundtypen, nämlich der Bleiakkumulator und der alkalische Nickel-Eisen-Akkumulator bzw. Nickel-Kadmium-Akkumulator das Feld. Andere Bauarten, die auch im vergangenen Jahre wieder aufgetaucht sind und die andere negative Elektroden oder auch andere Elektrolyten verwendeten, haben sich keinen Eingang verschaffen können, da zu offensichtliche Nachteile eine allgemeine Verwendung nicht zuließen[1]). Auch grundlegend neue Elementausführungen sind nur in vereinzelten Fällen vorgenommen worden. Die z. Z. verwendeten und in vieler Hinsicht spezialisierten Akkumulatorentypen sind bis in alle Einzelheiten ausgereift, so daß in erster Linie die konstruktive Anpassung für die verschiedenen Verwendungszwecke bedacht werden muß. Bemerkenswert ist die zunehmende Beliebtheit der alkalischen Akkumulatoren, in Verwendungsgebieten von ortsbeweglichen Batterien, wo sie gegenüber den Blei-Akkumulator und trotz des höheren Preises an Boden gewinnen. So beispielsweise bei Zugbeleuchtungsbatterien und überall da, wo die außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und elektrische Mißhandlungen und die vorzügliche Lebensdauer dieser Batterien einen Anreiz zur Verwendung bietet. Es ist dies u. a. auch der Fall bei Batterien unter Tage, ferner bei Bremsbatterien der Schienenfahrzeuge sowie für die verschiedensten militärischen Zwecke[2]).

Einem größeren Kreis trat die Bedeutung der Batterien am sinnfälligsten bei der letzten Autoausstellung vor Augen[3]). Die für das Anlassen und Beleuchten der Kraftwagen mit Verbrennungsmotoren dienenden Batterien haben der immer mehr verfolgten Richtung nach Tieferlegung der Schwerpunktlage durch entsprechende Umkonstruktion Rechnung getragen unter Beibehaltung der bisherigen Leistungen. Die Batterien für Nutzfahrzeuge, insbesondere mit Dieselmotoren, sind durch erhebliche Heraufsetzung von Leistung und Lebensdauer infolge umfassender Entwicklungsarbeiten weiter vervollkommnet worden. Die Anforderungen an die 12- und 24 V-Batterien derartiger Fahrzeuge sind mechanisch und elektrisch außerordentlich hoch. So ist beispielsweise die zum Anlassen der Motoren notwendige Stromstärke heute etwa das 75fache des normalen 10stündigen Entladestromes. Für die Prüfung von Anlaßbatterien wurden, besonders für die Großabnehmer, besondere Geräte entwickelt.

Weiter zeigte die Autoausstellung, ebenso wie auch die Leipziger Messe[4]), das große Interesse, das heute den mit Akkumulatoren getriebenen Straßenfahrzeugen entgegengebracht wird. Die im Reichsfachverband der elektrotechnischen Industrie (RFE) zusammengefaßten Elektrizitätswerke haben gemeinsam mit den einschlägigen Firmen der Elektro- und Fahrzeugindustrie und den führenden Akkumulatorenfabriken mit einer starken Werbung für das Elektrofahrzeug eingesetzt, die schon zu beachtlichen Erfolgen geführt hat. Maßgebliche Behörden und kommunale Stellen bringen diesen Bestrebungen volles Verständnis entgegen. Besonders die Stadtverwaltungen haben schon seit längerer Zeit das Elektrofahrzeug in ihren Betrieben bevorzugt. Die für die großen Elektrofahrzeuge benötigten Batterien sind heute normalisiert. Eine wechselweise Verwendung durch Austausch ist möglich, eine leihweise Überlassung von Batterien vorgesehen. Beide Maßnahmen werden zur weiteren Einführung der Elektrofahrzeuge beitragen.

Auf dem Gebiete der Schienenfahrzeuge hat die erstrebte Unabhängigkeit von ausländischen Treibstoffen weiterhin eine Bevorzugung von Batterien für Antriebszwecke hervorgerufen. Das im Vorjahre erwähnte System des Zweikraftantriebes von Fahrzeugen unter Verwendung größerer Batterien in Parallelschaltung zu verhältnismäßig kleinen Generatoren hat sich ausgezeichnet bewährt[5]). Dieses Antriebsystem ist neuerdings auch für die Binnenschiffahrt entwickelt worden. Für die Unterbringung der Batterien an schnellfahrenden Triebwagen sind ebenfals neue Wege beschritten worden.

Der seit dem Vorjahr in erheblichem Maße stattgefundene Ausbau des zivilen Luftschutzes brachte es mit sich, daß für diesen Zweck besonders konstruierte Notstrombatterien entwickelt wurden. Die Batterien sind für 6, 12 und 24 V Spannung in geschlossenen Gefäßen ausgeführt. Für Gewährleistung einer ständigen Betriebsbereitschaft stehen die Batterien unter Dauerladung mit sehr geringem Strom. Einrichtungen für Schnelladung der Batterien nach Benutzung sind vorgesehen. Auch besonders für den Luftschutz geeignete Handlampen mit Akkumulatoren sind entwickelt worden, die während des Nichtgebrauchs ebenso wie die Notbatterien durch Dauerladung in steter Betriebsbereitschaft gehalten werden. Für das Gebiet des Luftschutzes haben sich auch besonders die alkalischen Batterien als geeignet erwiesen.

In das Gebiet der Notstrombeleuchtung fallen auch die Akkumulatoren für Schrankensignale für schienengleiche Kreuzungen[6]). Dieses Gebiet ist in Deutschland erst in der Entwicklung begriffen, während es beispielsweise in Amerika schon eine ausgedehnte Verwendung gefunden hat. Die Betriebsbereitschaft der Batterien wird hier ebenfalls durch Dauerladung sichergestellt. Auch für andere Zwecke haben sich die Notstrombatterien durch ihre unbedingte Sicherheit bei einem erforderlichen Einsatz gegenüber anderen Stromquellen überlegen gezeigt.

Auf dem Gebiete der ortsfesten Akkumulatorenbatterien haben die Bestrebungen, auch abseits liegende Landhäuser und gewerbliche Betriebe mit geringem Stromverbrauch ohne große Anlagekosten mit Strom zu versorgen, zur Weiterentwicklung der Hauszentralen geführt. Besonderer Wert wird hier auf die selbsttätige Aufladung der Batterien gelegt. Der Einsatz der Batterien ist nicht an das Gleichstromnetz gebunden, da man den Batteriestrom über Maschinenumformer auch an Drehstromnetze abgeben kann. Neuerdings wird diese Aufgabe auch durch Einsatz der gittergesteuerten Gleichrichter gelöst, wobei keine umlaufenden Teile vorhanden sind und damit eine augenblickliche Einsatzbereitschaft und ein bedienungsloser Betrieb ermöglicht wird.

Die Planung verschiedener Spitzenkraftwerke für Elektrizitätswerke und Hüttenbetriebe zeigte, daß Batteriespeicher jetzt bis zu einer Vollastentladedauer von etwa 2 h in bezug auf die Anschaffung und Betriebskosten die billigsten aller Spitzenkraftquellen sind, ganz abgesehen von ihren technischen Vorzügen in bezug auf Betriebssicherheit, Anpassungsfähigkeit und Einsatzbereitschaft.

[1]) ETZ 56 (1935) H. 6, S. 122.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 3, S. 49.
[3]) ETZ 56 (1935) H. 18, S. 503.
[4]) ETZ 56 (1935) H. 20, S. 558.
[5]) Verkehrstechn. Woche 1935, H. 16, S. 225.
[6]) ETZ 56 (1935) H. 24, S. 682.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 27. Juni 1935** **Heft 26**

UMSCHAU.

Das Fernmeldewesen im zweiten Halbjahr 1934.

1. Zwischenstaatliche Zusammenarbeit.

Die zehnte Vollversammlung des Zwischenstaatlichen Beratenden Ausschusses für den Fernsprechbetrieb (CCIF) hat in der Zeit vom 3. bis 10. IX. 1934 in Budapest, der prächtigen Hauptstadt des gastlichen Ungarn, stattgefunden[1]). Zum ersten Male nahmen Vertreter Japans und Chinas als Mitglieder an den Beratungen teil; insgesamt waren 25 Nationen vertreten. Es dürfte als ein Zeichen der bisherigen fruchtbaren Wirksamkeit des CCIF zu betrachten sein, daß nach zehnjähriger Tätigkeit dieser aus hervorragenden Sachkennern zusammengesetzten Körperschaft die wesentlichsten Fragen des zwischenstaatlichen Betriebes und der erprobten Technik soweit geklärt und entsprechend den Empfehlungen des CCIF in die zwischenstaatliche Praxis eingeführt sind, daß nunmehr die einzelnen Ausschüsse gelegentlich auch Zeit für die Behandlung weniger bedeutsamer oder weniger dringlicher Fragen finden.

In drei Kommissionen entschied die Vollversammlung über Annahme, Ablehnung oder Abänderung der von den Berichterausschüssen vorbereiteten Empfehlungen, und zwar befaßte sich die eine mit Übertragungsfragen, die andere mit Fragen des Schutzes der Fernsprechleitungen und Kabel gegen Starkstromeinwirkungen und Korrosion, und die dritte mit tariflichen und betrieblichen Fragen. Einer Sonderkommission (Commission de Redaction) lag die Aufgabe ob, den umfangreichen Stoff zu prüfen und zu ordnen und unter Eingliederung früherer Empfehlungen, Pflichtenhefte usw. nach dem gegenwärtigen Stande der Technik in einem Druckwerk, dem sog. Weißbuch, zusammenzufassen. Die Kommission konnte in Budapest diese Arbeit nicht beenden und trat deshalb in den Tagen vom 8. bis 12. XI. nochmals in Paris zusammen. Das Weißbuch, das dort druckreif gestaltet wurde und demnächst in fünf Einzelbänden erscheinen wird, gliedert sich entsprechend den Vorschlägen des Redaktionsausschusses künftig in folgender Weise:

Der erste Band wird Geschäftliches und die Liste der neuen Fragen enthalten, im zweiten Band wird der Schutz der Fernsprechleitungen gegen Einwirkungen des Starkstromes und gegen Korrosion enthalten sein. Der wichtige dritte Band wird sich befassen mit: Definitionen und grundsätzlichen Empfehlungen der Fernsprechübertragung, Empfehlungen betreffs der Übertragungsysteme, Fernsprechgeräte und -leitungen, des Nebeneinanderbestehens von Telegraphie und Telephonie, des Zusammenwirkens der Funk- und Drahttelephonie sowie den Pflichtenheften für Kabel, Leitungen und Amtseinrichtungen. Im vierten Bande werden zu finden sein die Eichmaße, die Meßverfahren und Meßgeräte für die Fernsprechübertragung wie auch die Empfehlungen für die Leitungsunterhaltung. Der fünfte Band endlich wird neben einem Abriß der Organisation des CCIF die zur Zeit gültigen Empfehlungen über Fernsprechbetrieb und Tarifgestaltung bringen.

Neben dieser Redaktionskommission tagte in Paris zur gleichen Zeit ein zweiter Sonderausschuß, dem die Aufgabe gestellt war, die Forschungsarbeiten, die zur Beantwortung einiger in Budapest gestellter Studienfragen notwendig werden, festzulegen und auf die einzelnen mitarbeitenden Nationen zu verteilen. — Die nächste Vollversammlung des CCIF wird auf Einladung der dänischen Delegation im Frühjahr 1936 in Kopenhagen abgehalten werden.

Der Zwischenstaatliche Beratende Ausschuß für den Funkbetrieb (CCIR) trat am 22. IX. 1934 zu seiner dritten Tagung unweit Lissabon zusammen[2]). An den Besprechungen, die bis zum 10. X. 1934 währten, nahmen Vertreter von 25 Ländern und 30 Gesellschaften teil. Die 35 Fragen, die zur Beratung standen, betrafen u. a. Abstimmschärfe und Frequenzkonstanz der Sender, zulässige Feldstärke der Oberwellen, Bandbreite modulierter Telegraphiesender, Frequenzunterschied synchronisierter Sender, Frequenzabstand zwischen Rundfunksendern usw.

Die Ergebnisse der Beratungen wurden in 29 Empfehlungen zusammengefaßt. Die nächste CCIR-Tagung wird auf Einladung des rumänischen Delegierten in Bukarest stattfinden.

2. Technik.

Auf dem Gebiete der Telegraphie steht die technische Entwicklung im Zeichen des Fernschreib-Teilnehmerverkehrs, dessen Ausbreitung mit allen technischen und organisatorischen Mitteln neben Amerika besonders in Deutschland, England, Holland und der Schweiz gefördert wird. Durch die international festgelegte Vereinheitlichung der Fernschreibmaschine ist die Möglichkeit geschaffen worden, auch über die Landesgrenzen hinaus einen Teilnehmerverkehr zuzulassen. Erfolgreiche Versuche über größere Entfernungen sind zwischen Deutschland und einigen Nachbarländern durchgeführt worden, wobei mit Rücksicht auf die in den verschiedenen Ländern bestehenden voneinander abweichenden Vermittlungsysteme wie auch aus Gründen der Betriebsorganisation vorläufig noch die Handvermittlung angewandt wird.

In der Technik des Fernsprech-Weitverkehrs steht die Mehrfachausnutzung der Leitungen mit Hilfe von Trägerstromverfahren im Mittelpunkt des Interesses. In der Praxis hat sich diese Richtung bereits dahin ausgewirkt, daß bei neuzeitlichen Fernkabeln neben der Berücksichtigung des Weitestverkehrs und der hierfür notwendigen hohen Übertragungsgeschwindigkeit die induktive Belastung der Adern auch zur Erreichung eines breiten Übertragungsbereiches möglichst schwach gewählt wird. Es besteht daher durchaus die Möglichkeit, daß in absehbarer Zeit die Pupinspulen ihre wichtige Rolle in der Entwicklung des Weitverkehrs ausgespielt haben werden, was um so eher der Fall sein dürfte, je früher es der Verstärkertechnik gelingt, mit geringem Aufwand Verstärker zur Übertragung sehr breiter Frequenzbänder zu schaffen. Anderseits sind der Entwicklung die Fortschritte in der Herstellung von Hochfrequenzkabeln, wie sie seit einiger Zeit in der Funk- und Fernsehtechnik verwandt werden, zustatten gekommen. Derartige Kabel, die in konzentrischer

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1279.

[2]) ETZ 56 (1935) H. 4, S. 80.

Digitized by Google

Bauart aus einem einzelnen, in der Achse eines Metallrohres untergebrachten Leiter mit Luftisolation bestehen — bei der symmetrischen Bauart liegen zwei Leiter einander gegenüber —, haben einen fast unbegrenzten Übertragungsbereich. Versuche mit solchen Kabeln sind in Amerika und Deutschland im Gange. Die Ausnutzungsmöglichkeit dieser Kabel wird aus der Tatsache ersichtlich, daß ein Übertragungsbereich von 1 000 000 Hz und mehr zur Verfügung steht, während der einzelne Sprechkanal etwa 4000 Hz beansprucht. Die Kabel eignen sich deshalb auch zur Übertragung von Fernsehsendungen, die beim gegenwärtigen Stande der Technik einen Übertragungsbereich von 500 000 Hz beanspruchen.

Auf Grund des Ergebnisses der Versuche mit dem Vierdraht-Zweibandfernsprechen, über die vor Jahresfrist an gleicher Stelle berichtet worden ist, sind inzwischen betriebsmäßige Geräte von der Industrie entwickelt und in den für diese Betriebsart vorgesehenen Adern eines der neuen Fernkabel in Betrieb genommen worden.

Seit Einführung der besonderen Meßverfahren zur Überwachung der Übertragungseigenschaften der mit Verstärkern betriebenen Fernkabelleitungen war man bestrebt, diese Verfahren, die elektrisch dem Sprach-Übertragungsvorgang weitgehend entsprechen, auch für die anderen Leitungsarten anzuwenden. Für allgemeine Anwendung bei Anschluß-, Überweisungs-, Schnellverkehrs- und den kurzen Fernleitungen mußten die Geräte wesentlich vereinfacht werden, um leicht bedienbar und billig in der Anschaffung zu sein. Nach längeren Versuchen und Prüfungen der von den einschlägigen Firmen abgegebenen Vorschläge sind nunmehr ein Milliwattsender für die feste Frequenz von 800 Hz und ein das Rohrvoltmeter vertretender einfacher tragbarer Dämpfungsanzeiger geschaffen worden, der im wesentlichen aus einem empfindlichen Drehspulinstrument in Verbindung mit einem Trockengleichrichter besteht. Die Verwendung von Röhren und Batterien ist dadurch bei dem auch außerhalb der Ämter, z. B. bei Teilnehmersprechstellen, zu verwendenden Anzeigeinstrument vermieden worden. Die allgemeine Einführung dieser Geräte steht bevor.

In der Erkenntnis, daß trotz des Vorhandenseins eines gut ausgebauten Rundfunk-Sendernetzes der Drahtfunk als Ergänzung der Rundfunkversorgung aus verschiedenen Gründen Bedeutung hat, sind von der Deutschen Reichspost Versuche unternommen worden, die zunächst den Zweck hatten, über die Auswahl eines allen neuzeitlichen Forderungen genügenden Systems Klarheit zu schaffen[3]). Auf Grund der Prüfungen ist nunmehr in Berlin ein Versuchsnetz kleinen Umfangs eingerichtet worden, das unter Verwendung des Ortsfernsprechnetzes mit hochfrequenter Übertragung der Sendungen arbeitet. Maßgebend für die Wahl dieser Übertragungsart war die Tatsache, daß durch Benutzung der betreffenden Anschlußleitung für den Sprechverkehr der Empfang der Sendungen nicht unterbrochen wird, die Verbreitung mehrerer Programme keine Schwierigkeiten macht und über jede Anschlußleitung mehrere Empfänger unabhängig vom Fernsprechteilnehmer versorgt werden können. Nachdem die Versuche ergeben haben, daß eine einwandfreie Übertragung bis zu 8 km in Anschlußkabeln unter Verwendung von Wellen zwischen 1000 und 2000 m selbst bei Benutzung wenig empfindlicher Empfänger (Volksempfänger) erreicht werden kann, soll ein größerer Versuch in einem innerhalb der vorhandenen Rundfunkversorgung benachteiligten Gebiete (Dresden—Löbau—Zittau) unternommen werden.

Die seit einiger Zeit vorgenommenen Untersuchungen über die Ausbreitungsvorgänge im Gleichwellen-Rundfunk haben zu wichtigen Erkenntnissen geführt und Wege gewiesen, die zur Verringerung der in den Verwirrungsgebieten zwischen den Sendern auftretenden Schwund- und Verzerrungserscheinungen führen.

An der Entwicklung des Fernsehens wird gegenwärtig fast in allen europäischen Ländern gearbeitet. In Deutschland, wo die Entwicklung unter Beteiligung der Industrie in Händen der Deutschen Reichspost liegt, werden die Versuche mit 180zeiligen Bildern fortgesetzt. Die Ultrakurzwellen-Anlage ist jetzt mit zwei Sendern ausgerüstet worden, so daß für Bild und Ton (Tonfilm) je ein Sender zur Verfügung steht. Die Untersuchung über die Reichweite der Ultrakurzwellen-Anlage Berlin-Witzleben hat ergeben, daß über 40 bis 60 km ein einwandfreier Fernsehempfang zu erzielen ist. Auch ist es gelungen, auf dem Brocken die Berliner Sendung aufzunehmen. Die Ergebnisse dieser Versuche sind insofern für die Versorgung größerer Gebiete mit Fernsehsendungen wichtig, als auch bei Einrichtung mehrerer Sender die Fernsehsendungen diesen nicht auf den vorhandenen Drahtwegen, sondern gegenwärtig nur drahtlos mittels der Ultrakurzwellen zugeführt werden können. Die Entwicklung der Empfänger hat in Zusammenarbeit mit der Industrie zu brauchbaren Formen fast durchweg unter Benutzung der Braunschen Röhre geführt.

Im Zusammenhang mit der Fernsehtechnik wird auch allgemein an der Vervollkommnung der hierfür benötigten Übertragungsmittel für ultrakurze Wellen gearbeitet. Marconi berichtete vor kurzer Zeit in einem Vortrage über Versuche mit Mikrowellen, mit deren Hilfe es ihm gelungen ist, Entfernungen von mehreren hundert Kilometern zu überbrücken.

3. Verkehr und Organisation.

Der Verkehrsumfang des deutschen Telegrammverkehrs hat sich etwa auf der Höhe des Vorjahres gehalten. Ein geringer Rückgang des Auslandsverkehrs dürfte seine Erklärung in der stetigen Verbesserung und Ausdehnung des internationalen Fernsprechverkehrs finden. Das gleiche gilt für den Umfang des deutschen Funkentelegraphenverkehrs. Dabei beschränkt sich der geringe Rückgang gegenüber dem Vorjahre auf den Europaverkehr, während im Überseeverkehr, wo von einem scharfen Wettbewerb des Fernsprechers nicht gesprochen werden kann, ein Verkehrsrückgang nicht vorhanden ist.

Auf Grund der erwähnten günstigen Versuchsergebnisse wurde der allgemeine Verkehr zwischen deutschen und schweizerischen Fernschreibteilnehmern eröffnet. Im November wurde darauf der Verkehr zwischen Deutschland und den Niederlanden aufgenommen. Anläßlich der Tagung des CCIT in Prag wurde ein großangelegter Versuch mit dem selbsttätigen Fernschreibteilnehmer-Verkehr für die Zeit der Tagung gemacht. Der Betrieb wickelte sich über die Zentrale in Berlin ab. Außer in Berlin und Prag waren Betriebstellen in Bern, Budapest, Brüssel, Kopenhagen, Mailand, Paris und Wien eingerichtet.

Durch Eröffnung einer Bildstelle ist am 1. XII. 1934 Köln an das deutsche und zwischenstaatliche Bildtelegraphennetz[4]) angeschlossen worden. In Köln ist erstmalig ein den Empfehlungen des CCIT entsprechendes Gerät für die in Zukunft anzuwendende Einheitsbildgröße von 13 · 18 cm aufgestellt worden. Das Gerät ist außerdem mit einigen optisch-elektrischen Verbesserungen versehen, die gelegentlich der Ausrüstung der vorhandenen Bildgeräte mit der Einheitsbildtrommel zur Vervollkommnung der Bildgüte ebenfalls eingebaut werden sollen.

Die günstige Entwicklung des deutschen Fernsprechwesens hält an. In der Sprechstellenbewegung ist in der Berichtszeit ein Zugang von etwa 80 000 Sprechstellen zu verzeichnen gewesen, während vor Jahesfrist die rückläufige Bewegung noch nicht zum Stillstand gekommen war. Die Sprechstellenzahl belief sich am 1. I. 1935 auf rd. 3 075 000. Die Gesprächszahlen haben sowohl im Orts- als auch im Fernverkehr um etwa 5 % gegenüber dem Vorjahre zugenommen. Auch die auf einen Hauptanschluß entfallende Zahl von Gesprächen hat eine geringe Steigerung erfahren. Zur Zeit entfallen auf jede Anschlußleitung rd. 100 Gespräche monatlich, davon 90 % im Ortsverkehr. Im Inlandsverkehr sind Sammel- und Ferntagungsgespräche (Konferenzgespräche) zugelassen worden. Für die erstgenannte Art ist eine Mindestdauer von 12 min, für die zweite eine solche von 60 min festgelegt worden.

In England ist in Fortsetzung einer erfolgreichen Fernsprechverkehrswerbung für die verkehrschwache Zeit eine 3 min-Einheitsgebühr von 1 Schilling auf allen Entfernungen über 120 km geschaffen worden. Der neue Tarif, der noch weitere Erleichterungen für die Teilnehmer enthält, wurde am 1. X. 1934 anläßlich einer Fernsprechwerbewoche eingeführt.

In Deutschland wurden im Jahre 1934 neue Fernkabellinien mit einer Adernlänge von über 60 000 km hergestellt. Einige ältere Fernkabelstrecken, deren Leitungseigenschaften nicht mehr den gegenwärtigen An-

[3]) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 6, S. 121.

[4]) ETZ 56 (1935) H. 6, S. 133.

Digitized by Google

sprüchen genügten, sind durch Vornahme eines neuen Ausgleichs in letzter Zeit verbessert worden. Der polnische Plan einer eigenen Fernsprech-Seekabelverbindung nach Schweden ist zurückgestellt. Die Verbindung Gdingen—Stockholm ist über die deutschen Fern- und Seekabelstrecken in Betrieb genommen worden. Weiter wurde im Durchgang durch Deutschland der Verkehr aufgenommen zwischen Paraguay und den meisten europäischen Ländern, zwischen Belgisch-Kongo und Jugoslawien sowie den Baltischen Staaten, zwischen Bulgarien und Lettland und schließlich zwischen Dänemark und Französisch-Indochina.

Neue Funksprechverbindungen werden aufgenommen zwischen Japan einerseits und den V. S. Amerika, Mexiko und Niederländisch-Indien anderseits. Zur Förderung der Ausfuhr japanischer Waren ist auf den japanischen Funksprechverbindungen ein diesem Zweck dienender besonderer Gebührennachlaß eingeführt worden. Funksprechverbindungen mittels ultrakurzer Wellen werden über kürzere Entfernungen in England in steigendem Umfange zum Anschluß kleinerer Inseln an das englische Fernsprechnetz verwandt. Auch zwischen England und Irland ist eine derartige Verbindung eingerichtet worden mit dem besonderen Zweck, die Verkehrsspitzen aufzunehmen, die durch die vorhandenen Kabel nicht bewältigt werden können. Teilweise sind die Verbindungen für Mehrfachausnutzung (Kanalsystem) eingerichtet.

Die Zahl der Rundfunkteilnehmer in Deutschland hat nach dem jahreszeitlich bedingten Rückgang der Sommermonate wieder erheblich zugenommen. Innerhalb der letzten 12 Monate betrug die Zunahme über 1 Mill. Auf 100 Einwohner entfallen damit 9,42 Anlagen gegenüber 7,75 vor einem Jahre. Der monatliche Zugang an Teilnehmern beträgt gegenwärtig rd. 150 000.

Unter Verwendung der neuen schwundmindernden Luftleiter wurden die auf 100 kW verstärkten Sender in Langenberg am 15. X. und in Breslau am 1. XII. in Betrieb genommen. Während der Umbauarbeiten am Breslauer Sender wurde der Betrieb durch einen für derartige Fälle beschafften fahrbaren Sender aufrechterhalten. Die Richtstrahlanlage des deutschen Kurzwellensenders ist durch zwei Richtantennen erweitert worden, die vor allem den Empfang der Rundfunksendungen in Südasien, Australien und Mittelamerika verbessern sollen. Nach deutschem Vorbild scheint man nun auch in Nordamerika an die Schaffung eines Weltrundfunks zu gehen. Für die Überbrückung großer Entfernungen wird dort von einer privaten Rundfunkgesellschaft erstmalig ein 50 kW-Kurzwellensender errichtet.

Der bestehende Rundfunkentstörungsdienst der Deutschen Reichspost wird durch Einrichtung von Bezirks-Rundfunk-Entstörungstellen erweitert, die mit besonders vorgebildetem Personal besetzt und mit neuzeitlichen Meßeinrichtungen und Kraftwagen ausgerüstet sind. Der Bezirksdienst soll dort eingreifen, wo zur Auffindung und Beseitigung der Störungen besondere Hilfsmittel notwendig sind, die den bei den Post-, Telegraphen- und Fernsprechämtern bestehenden örtlichen Rundfunkentstörungsstellen nicht zur Verfügung stehen.

Im August fand wiederum die Große Deutsche Funkausstellung statt[5]). Der Zweck der Ausstellung, den Besuchern einen allgemeinen Einblick in die Arbeit des Rundfunks in Technik, Organisation und Fabrikation zu geben, wurde voll erreicht. Die Neuschöpfungen der Industrie auf dem Gebiete des Empfängerbaus lassen erkennen, daß die technische Entwicklung zu einem gewissen Abschluß gelangt ist und man nun bemüht ist, die Ergebnisse nach allen Richtungen auszuwerten. Fragen, wie die Formen der Einstellskalen u. dgl. stehen daher z. T. im Vordergrund. Einige neue Sonderröhren — den Anforderungen bestimmter Schaltungen angepaßt — sind erschienen und ermöglichen wiederum eine Leistungsteigerung bzw. Vereinfachung der Geräte. Der Überlagerungsempfänger hat merkbar den Geradeausschaltungen mit ihren Vorzügen Platz machen müssen, und die bekannten Reflexschaltungen tauchen in Anpassung an die neuzeitlichen Röhren wieder auf.

Um den Besuchern einen Überblick über den Stand der Fernsehtechnik zu geben, wurden wieder Vorführungen der Deutschen Reichspost und der Firmen veranstaltet. Es wurde einheitlich mit 25 Bildern in der Sekunde zu 180 Zeilen gearbeitet. Am Empfänger beherrschte die Braunsche Röhre das Feld. Im übrigen hat es den Anschein, als ob die bisher serienmäßig hergestellten Teilnehmergeräte einen Vergleich mit der Bildgüte der besonderen Vorführungs- und Laboratoriumsgeräte noch nicht auszuhalten vermögen.

F. Gladenbeck, Berlin.

[5]) ETZ 55 (1934) S. 925, 953, 980 u. 1044.

Vereinheitlichte Gleichstromfahrzeuge in Italien.

Die italienischen Staatsbahnen bearbeiten die Entwicklung ihrer Fahrzeuge abweichend von der Handhabung in anderen Ländern, beispielsweise in Deutschland, im wesentlichen selbst in eigenen Entwurfbüros. Dort werden bis in die Einzelheiten die für die Fertigung in den Fabriken maßgebenden Zeichnungen aufgestellt, während man in anderen Ländern diese eigentliche Ingenieurarbeit des Sonderfachmannes den Lieferwerken überläßt. Da also die Entwurfsbearbeitung in Italien einen überwiegend amtlichen Charakter hat, vollzieht sich deren Darlegung im Schrifttum in wesentlich freimütigerer Weise als in anderen Ländern, wo die Wettbewerbsverhältnisse der Lieferer die Darlegung aller technischen Einzelheiten in der Öffentlichkeit stark einschränken. Die maßgebende Vereinigung der nationalen Eisenbahningenieure und die Staatsbahnverwaltung in Italien geben gemeinsam die Zeitschrift „Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane“ heraus, die für jeden Fahrzeugkonstrukteur wissenswerte Darstellungen bringt und dabei, wie angedeutet, viel weiter auf Einzelheiten eingeht, als man das sonst gewöhnt ist. Eine Reihe von Beiträgen[1]) im Jahre 1934 aus der Feder von Dr. G. Bianchi beschäftigt sich mit der Vereinheitlichung der Lokomotiven und Triebwagen für Gleichstrom von 3 kV. Außer den sehr ausführlichen Beschreibungen der wichtigsten Bauteile finden wir dort auch Betrachtung über allgemeine Fragen der Bahnelektrisierung und Angaben über den Erfolg jener Vereinheitlichung. Die italienischen Staatsbahnen haben umfangreiche Versuche mit verschiedenen Stromarten gemacht. Am bekanntesten sind ihre Drehstrombahnen. Geringere Bedeutung kommt dort der Einphasenwechselstrom-Zugförderung zu. Die endgültige Wahl ist nach gründlicher Erprobung auf hochgespannten Gleichstrom gefallen. Diese Entwicklung wird in dem erwähnten Aufsatz eingehend dargelegt. Die bekannten Schwierigkeiten mit der zweipoligen Fahrleitung besonders in der Entwicklung von Weichenanlagen und die dem Drehstrommotor eigene Bindung an wenige maßgebende, aber sehr genau einzuhaltende Fahrgeschwindigkeiten, beschränkten die Anwendbarkeit des Drehstroms auf bestimmte örtliche Verhältnisse. Die Einfachheit des Drehstrommotors und der Kraftübertragung in der Lokomotive, die Entbehrlichkeit eines Transformators im Triebfahrzeug geben ihm allerdings einen Vorsprung vor Einphasenfahrzeugen, die ihrerseits aber viel höhere Fahrdrahtspannungen und einfache Streckenausrüstungen mit wenigen Unterwerken zur Fahrdrahtspeisung benötigen. Die vorliegende Abhandlung führt als wesentlichen Gesichtspunkt bei der Wahl der Stromart den Bedarf an Fahrzeugen auf die elektrisch betriebene Streckenlänge an und leitet hiervon beträchtliche Vorteile des Gleichstrombetriebes her. Je dichter der Verkehr, d. h. je mehr Fahrzeuge erforderlich sind, um so wichtiger sind geringe Kosten des Einzelfahrzeugs, um so mehr kann man aber teurere Streckenausrüstungen in Kauf nehmen, wie sie die Gleich-

[1]) Riv. Tecn. Ferr. Ital. 45 (1934) H. 4, 5 u. 6.

Digitized by Google

stromspeisung erfordert. Geringe Beschaffungs- und Unterhaltungskosten der zahlreichen Fahrzeuge bilden einen Hauptzweck weitgehender Vereinheitlichung.

Dr. Bianchi beschäftigt sich auch mit dem wirtschaftlichen Vergleich zwischen elektrischem Betrieb und Dampfbetrieb. Die Hauptpunkte sind: Zahl der Lokomotiven, Unterhaltungskosten und Beschaffungskosten, sofern man hauptsächlich den Fahrzeugpark ins Auge faßt. Sehr bemerkenswerte Zahlen gibt er dabei für die den Lokomotivbestand bedingende Fahrleistung zwischen zwei Hauptausbesserungen an. Hier sind die elektrischen Lokomotiven stark überlegen und haben diesen Vorsprung im Laufe der Jahre, während der auch die Dampflokomotiven allgemein sehr gesteigerte Laufleistungen aufweisen, mindestens einhalten können. Allein maßgebend ist die Ausbesserungsbedürftigkeit nur des Fahrzeugteils. Man nennt hierfür Laufleistungen von 300 000 bis 400 000 km (steigend mit der Betriebsgeschwindigkeit der Lokomotive). Die Lebensdauer der Zahnradgetriebe wird auf 1 Mill km geschätzt. Den Dampflokomotiven wird nur der vierte oder fünfte Teil dieser Laufleistungen zugesprochen, was wohl für deutsche Verhältnisse etwas gar zu ungünstig klingen dürfte. Dies gilt auch für die hier angegebenen längsten Fahrstrecken der Dampflokomotiven ohne Wechsel, die mit 200 km für Reisezüge und mit 150 km für Güterzüge weit unter den deutschen Vergleichszahlen liegen. Immerhin sichern die bekannten Zeitersparnisse bei der Vor- und Nachbehandlung, beim Übergang auf den Gegenzug, seltene Aufenthalte im Betriebswerk die Überlegenheit der elektrischen Lokomotive in bezug auf Stückzahl für gegebenen Dienstumfang. Bianchi gibt hierfür das Verhältnis 1 : 2 bei mittelstarkem Verkehr, 1 : 4 bei starkem Verkehr und kurzen Fahrstrecken an. Die Gesamtkosten für die Vorhaltung des Lokomotivparks für einigermaßen dichten Verkehr sollen sich bei elektrischem Betrieb auf 60 bis 75 % der Dampflokomotivkosten belaufen. Die Unterhaltungskosten sind dabei je nach der Stromart, auch bei elektrischen Lokomotiven sehr verschieden. Für den Fahrzeugteil erfordern Gleichstromlokomotiven nach italienischen Erfahrungen etwa den halben Aufwand wie Drehstromlokomotiven. Letztere wiesen im Fahrzeugteil bezogen auf das Lokomotivkilometer etwa durchschnittlich 0,6 bis 0,8 des Aufwandes bei Dampflokomotiven auf. Die Unterhaltungskosten der italienischen Dampflokomotiven scheinen aber in den letzten Jahren stärker zu sinken als die der elektrischen. Lokomotiven ohne Stangengetriebe sind wie überall auch hier ganz erheblich billiger zu unterhalten, wodurch sich der Vorsprung der Gleichstromlokomotiven zum guten Teil erklärt. Zwar ist die elektrische Ausrüstung für Gleichstrom verwickelter. Da dies jedoch mehr aus häufiger Wiederholung gleicher Teile folgt, die man einzeln schnell auswechseln und ausbessern kann, ist die Unterhaltung billiger als bei den Drehstromausrüstungen, die sich nicht so einfach in kleine Einzelteile zerlegen lassen.

Hieraus folgert man aber auch, daß die Vereinheitlichung der Einzelteile bei den Gleichstromlokomotiven wirtschaftlich erfolgreicher und technisch leichter durchführbar sein müßte als bei Drehstromlokomotiven. Daher erstrecken sich die neueren großzügigen Vereinheitlichungsmaßnahmen der italienischen Staatsbahnen nur noch auf die Gleichstromlokomotiven, und zwar nach Erprobung von vier Erzeugnissen bekannter Werke und einer von der Bahnverwaltung selbst entworfenen Bauart. Es ging nicht an, vier bis fünf verschiedene Bauformen in ein und demselben Dienstbetrieb zu benutzen. Die Anzahl der verschiedenen Ersatzstücke mußte so klein wie möglich gehalten werden. Die Entwurfskosten sinken ebenfalls bei Wiederverwendung bekannter Teile für neue Betriebszwecke. Die Vertrautheit des Fahr- und Werkstättenpersonals mit einem kleinen Bestand an Bauformen erleichtert die Unterhaltung und erhöht die Sicherheit vor Störungen.

Zur Wahl der Regelbauarten und deren Beschränkung auf möglichst wenige Gattungen stellte man eingehende Erwägungen über die Betriebsentwicklung an. Sie geht dahin, die Zahl der schnellfahrenden Züge von leichtem Gewicht, aber häufigen Aufenthalten zu vermehren, aber noch für die nächsten Jahre auch schwere Züge mit wenigen Aufenthalten zu fahren. Die Gewichtsverminderung im neuzeitlichen Wagenbau deutet ebenfalls auf abnehmende Zuggewichte hin. Auch im Güterverkehr verkleinern sich die Zugeinheiten bei erhöhter Geschwindigkeit. Die bisherige ständige Zunahme der Lokomotivachsdrücke war durch die zunehmenden Zuggewichte der letzten Vergangenheit bestimmt. Gegenwärtig ist auch noch nicht abzusehen, ob diese Entwicklung angesichts der angedeuteten Verkehrszerlegung ihren Höhepunkt überschritten hat. Der Lokomotivbau steht also noch vor gewissen Unsicherheiten der weiteren Entwicklung. Man brauchte daher Bauarten, die sich allen kommenden Möglichkeiten möglichst gut anpassen können. In dieser Beziehung erblickte man im Gleichstrom umfassendere Möglichkeiten. Unter Berücksichtigung der derzeitigen größten Zughakenkräfte und ihrer Verwirklichung mit mäßigem Achsdruck wurden vier Lokomotivgattungen entwickelt. Eine scharfe Trennung von Schnellzug-, Personenzug- und Güterzugdienst ist wie bei allen neueren elektrischen Lokomotiven eben wegen ihrer Anpassungsfähigkeit nicht mehr erkennbar. Die beiden langsamer fahrenden Lokomotivgattungen Bo-Bo und Bo-Bo-Bo mit 4 bzw. 6 Tatzenmotoren übereinstimmender Bauart können bis zu 90 km/h verwendet werden. Die Zahnradübersetzung kann der jeweilig maßgebenden Geschwindigkeit angepaßt werden. Die Achsdrücke betragen 18 bzw. 16 t. Die Stundenleistung je Motor ist 350 kW, die Dauerleistung 315 kW. Diese beiden Lokomotivgattungen sind bereits im Dienst, ebenso eine schnellfahrende 2 Co 2-Gattung. Die vierte, schwere Schnellzuglokomotive 2 Bo-Bo 2 ist in allen Einzelheiten vorbereitet. Für beide letzteren Lokomotivgattungen wurde ein im wirksamen Teil mit dem der beiden ersterwähnten Lokomotivgattungen genau übereinstimmender Motor verwendet, nur daß man hier je zwei Motoren auf eine Treibachse wirken ließ in Form von Doppelmotoren mit Hohlwellenantrieb. In sämtlichen Fahrzeugen sind stets je zwei Motoren in Reihe an 3 kV gelegt. Die 2 Co 2-Lokomotive hat also 6 solche Motoren zu 250 kW Stundenleistung, die 2 Bo-Bo 2 deren 8. Diese letzteren Lokomotiven können bis 150 km/h benutzt werden und gestatten ebenfalls weitgehend verschiedene Zahnradübersetzungen je nach gerade vorliegendem Bedarf. Ihre Treibachsdrücke betragen bis 19,5 t.

Weiter sind zwei Triebwagenentwürfe zu erwähnen, ebenfalls für 3 kV Gleichstrom. Zunächst sollen sie dichten Vorortverkehr bedienen und beispielsweise die Elektrisierung im Umkreis großer Städte so weit ausdehnen helfen, wie man ohne Errichtung besonderer Unterwerke an den ausstrahlenden Strecken gelangen kann (etwa 25 km). Sie erhalten Zugsteuerung, 4 Achsen mit 4 Tatzenmotoren zu je 150 kW Dauerleistung, wiegen insgesamt 60 t und können bis 120 km/h fahren, wobei auch hier die Geschwindigkeitsgrenze durch entsprechende Zahnradübersetzung auf die augenblicklichen Fahrplanbedürfnisse begrenzt werden kann. Weiter plant man noch einen Schnelltriebwagen mit gleicher elektrischer Ausrüstung, aber 150 km/h Höchstgeschwindigkeit.

Die eigentliche Durchbildung dieser neuen Lokomotivgattungen wurde in Italien durch die Notwendigkeit, zahlreiche Fahrzeuge neu zu beschaffen, ähnlich gefördert, wie nach dem Kriege in Deutschland. Der bei jeder Vereinheitlichung geforderte Entschluß, die Weiterentwicklung gewisser Teile zeitweilig zu unterbinden, ließ sich dadurch ausgleichen, daß manche ursprünglich für nötig gehaltene Bestandteile der elektrischen Ausrüstung wegen verwickelter Bauart oder gänzlicher Entbehrlichkeit beseitigt wurden, nachdem man an den Versuchslokomotiven ausreichende Erfahrungen gesammelt hatte. Außerdem überlegte man bei jedem zu vereinheitlichenden Teil den Platzbedarf für etwaige Weiterentwicklung, um durch entsprechende räumliche Anordnung spätere Verbesserungen nicht auszuschließen. Außerdem sicherte man sich durch Auswahl der besten Einzelheiten an den Urausführungen und durch Beibehaltung nur als betriebsicher erkannter Ausführungen gegen Fehlschläge der Vereinheitlichung.

Die von Dr. Bianchi gegebene Beschreibung der Vereinheitlichung umfaßt folgende Teile, auf deren ausführliche Beschreibung hier verzichtet werden muß, über die aber die erwähnte Veröffentlichung sehr eingehende Auskunft und für den Konstrukteur wertvolle Zeichnungen und Berechnungen bringt:

1. Fahrzeugteil: Lauf- und Treibachsen für Tatzenmotoren und Hohlwellenantrieb einschließlich der Getriebeteile, Zahnräder und Getriebekästen, Drehgestelle, Achsbuchsen, Tragfedern, Luftbremsanordnung, Bremsumschaltung in Abhängigkeit von der Fahrrichtung, Mo-

Digitized by Google

toraufhängung (im Grundsatz ähnlich der bei schweren Güterzuglokomotiven der Deutschen Reichsbahn benutzten Federtopfabstützung), Motorbefestigung beim Hohlwellenantrieb, Achsbelastungspläne, einheitliche Grundanordnung aller elektrischer Ausrüstungsteile im Wagenkasten der Lokomotiven und der Sicherheitsverschlüsse gegen Gefährdung durch Hochspannung, Lüftung der Maschinenräume.

2. Elektrischer Teil: Stromabnehmer (mit bemerkenswerten Versuchsanordnungen zur Messung des Bügeldruckes und seiner Beeinflussung durch den Fahrwind), Schaltpläne der Hauptstromkreise für die verschiedenen Anfahrschaltungen, Reihe, reihenparallel, parallel, hergestellt durch eine Schützengruppe (bemerkenswert durch drei Schaltstellungen der von einem Druckluftzylinder gesteuerten gemeinsamen Nockenwelle). Führerschalter mit drei Griffen (Fahrstufen, Bremsstufen mit Stromrückgewinnung, Richtungshebel). Schaltung der von den Staatsbahnen entworfenen Stromrückgewinnung. Fahrstromschützen (elektropneumatisch mit Meßanordnung für die Kontaktgeschwindigkeit), elektrische Druckluftventile, Druckluftrichtungsschalter, Anlaßwiderstände, Fahrmotoren mit charakteristischen Schaulinien und Einzelheiten der Isolationen, Gleitlager der Motortatzen und Hohlwellen mit Kissenschmierung, Rollenlager der Ankerwellen, induktive Feldschwächungswiderstände (gegen Bürstenüberschläge nach plötzlichen Stromunterbrechungen), Überlastrelais, Motorgenerator für 90 V 40 kW Nebenbetriebsstrom, bei den neueren Lokomotiven ersetzt durch unmittelbar mit 3 kV gespeiste Hilfsmotoren. Letztere mit 10 kW einheitlich für Luftpumpen und Motorlüfter, Lademaschine 4 kW, 90 V für die Hilfsakkumulatorenbatterie, angetrieben vom Lüftermotor durch Zahnradübersetzung, Hilfsmotor für die Triebwagen 3 kV, 3,5 kW, einstufige Luftpumpen mit Zahnradgetriebe in zwei Größen für Lokomotiven und Triebwagen, 3 kV-Schützen für Hilfsbetriebe, Schmelzsicherungen hierzu, Batterieregler, Einheitschaltplan der Hilfsbetriebe, Meßgerätekästen, Hilfsgetriebeschalttafel und Zugheizkupplung.

Zum Schluß der Veröffentlichung folgen allgemeine Betrachtungen über Einbeziehung anderer als der genannten Lokomotivbauarten in die Vereinheitlichung. Dabei wird eine D-Verschiebelokomotive erwähnt, die einen Doppelmotor der Schnellzuglokomotiven enthält, sowie andere den Einheitslokomotiven entnommene Teile. Ferner wird eine vielleicht in Zukunft benötigte Großlokomotive Bo-Bo-Bo + Bo-Bo-Bo mit 12 der beschriebenen Einheitstatzenmotoren für ganz schweren Gebirgsdienst erwähnt. Sie stellt ein ähnliches Glied in der Lokomotiventwicklung dar, wie die in zwei Ausführungen bekannte schweizerische Doppellokomotive für den Gotthardienst, jedoch mit etwas kleinerer Leistung, 4200 kW Stundenleistung gegen 5800 kW bei 180 t Dienstgewicht gegen 246 t.

Die verschiedenen Arten, Vereinheitlichungen durchzuführen (in sich abgeschlossene Gesamtentwürfe der Lieferer oder Zusammenstellung aus einzelnen Erzeugnissen verschiedener Lieferer oder durchweg eigene Entwürfe der Verwaltung), werden miteinander verglichen und das in Italien gewählte letztere Verfahren (schon bei Dampflokomotiven dort seit 50 Jahren befolgt) gerechtfertigt. Die so entstandenen Bauvorschriften sind vorwiegend auf gute Ausführung der Einzelteile als auf Gewährleistung eines bestimmten Gesamterfolges abgestellt. Endlich werden an Hand statistischer Zahlen Erfolge der Vereinheitlichung in Lokomotivunterhaltung und -ausnutzung nachgewiesen, die sich durchaus mit den eingangs erwähnten Zwecken dieser gründlichen Ingenieurarbeit decken, darüber hinaus jedoch der einheimischen Industrie Italiens einen entscheidenden Vorsprung vor anderen sichern. Dipl.-Ing. H. Tetzlaff.

Kurzschlußerwärmung von Kabeln.

Von L. Kumlik, Moskau.

Übersicht. Die Untersuchung der thermischen Kurzschlußsicherheit von Kabeln wurde bisher unter der Annahme durchgeführt, daß die erzeugte Wärmemenge nur im Leitungskupfer aufgespeichert wird. Verfasser hat die von A. Hecht veröffentlichten Untersuchungen[1]) über die Mitwirkung des Isolierstoffes an dieser Wärmespeicherung dazu benutzt, Formeln und Kurven zu entwickeln, die es gestatten, die Ergebnisse bei Kupfer- und Aluminium-Ein- und Mehrleiter-Hochspannungskabeln in der Praxis zu berücksichtigen.

Die bisher üblichen vereinfachten Annahmen bei der Vorausbestimmung der thermischen Kurzschlußsicherheit von Kabeln innerhalb der Abschaltzeiten des Relaisschutzes führen häufig zu Schwierigkeiten, weil entweder die Schaltzeiten sehr kurz eingestellt werden müssen, so daß Staffelungstörungen eintreten können oder weil teure, sehr reichliche Kabelquerschnitte gewählt werden müssen, oder endlich, weil man, soweit dies angängig ist, Reaktanzen einbauen muß, um die Kurzschlußströme künstlich herunterzudrücken. Durch eine Untersuchung soll festgestellt werden, inwieweit man durch genauere Annahmen die oben erwähnten Schwierigkeiten vermeiden kann. Die Vereinfachung in den Annahmen bestand im wesentlichen darin, daß man sich damit begnügte, nur die Wärmaufspeicherung im eigentlichen Leitungskupfer zu berücksichtigen, hingegen für die wenigen, für den Vorgang in Betracht kommenden Sekunden die Wärmeableitung an das umgebende Isoliermaterial als vernachlässigbar klein, gleich Null zu setzen.

A. Hecht hat den Einfluß dieser vereinfachenden Annahme meßtechnisch untersucht. Zunächst hat er sich darauf beschränkt, Einleiter-Kupferkabel zu untersuchen, und hat dabei einen über die ganze Belastungszeit konstanten Strom verwendet, um leichter zu übersehende Ergebnisse zu erhalten und seine Untersuchungen nicht übermäßig auszudehnen.

[1]) Forschungsheft Nr. 362 des VDI.

Für die praktische Verwendung der von ihm mitgeteilten Ergebnisse ist es wünschenswert, das heute wieder mehr in den Vordergrund tretende Aluminium ebenfalls in den Bereich der Anwendung zu ziehen und die Betrachtungen auch auf Mehrleiterkabel auszudehnen und sie schließlich für die eigentlich immer zu erwartenden Übergangserscheinungen vom Stoßkurzschluß auf Dauerkurzschluß unmittelbar gebrauchsfähig zu machen.

A. Kupfer und Aluminium als Leitermaterial.

Die Auswertung der Hechtschen Meßergebnisse gipfelt in zwei einfachen Schlußformeln:

1. Der Anteil der Tränkmasse des Seiles an der Wärmeaufspeicherung wird durch Erhöhung der spezifischen Wärme des Leitungskupfers erfaßt, indem ihr Wert um den Wärmeanteil bzw. um die spezifische Wärme der Tränkmasse insoweit zu einer scheinbaren spezifischen Wärme erhöht wird, als sie sich zwischen den Adern des Seiles, also innerhalb der dem Metallquerschnitt umschriebenen Umhüllungskurve, befindet. Die Messungen haben gezeigt, daß der Wärmeanteil in der Tränkmasse von der Zeit fast unabhängig ist. Sie befindet sich also dank ihrer feinen Verteilung in jedem Stadium der Erwärmung auf praktisch gleicher Temperatur mit dem Leitungskupfer selbst. Hieraus erhält Hecht seinen Ansatz für diese scheinbare spezifische Wärme des Leitungskupfers zu:

$$c'_{Cu} = c_{Cu} + c_m \frac{F_m}{F_{Cu}} \text{ in Ws/° C cm}^3.$$

Hierbei bedeutet

c_{Cu} die spezifische Wärme des Kupfers ... 3,5 Ws/° C cm³
c_m die spezifische Wärme der Kabelfüllmasse, z. B. 1,6 Ws/ ° C cm³ innerhalb des Temperaturbereiches bis höchstens etwa 250 bis 300 ° C,
F_{Cu} den tatsächlichen Kupferquerschnitt des Kabels,
F_m die Differenzfläche zwischen der dem Leiterquer-

Digitized by Google

schnitt umschriebenen Umhüllungskurve und dem Leiterquerschnitt.

Es unterliegt keiner Schwierigkeit, diese Formel für beliebige Kabelbaustoffe zu verwenden, sowohl bezüglich des Leiters als auch seiner Füllmasse.

Für Aluminium erhalten wir den geänderten Ansatz:

$$c'_{Al} = c_{Al} + c_m \frac{F_m}{F_{Al}} \text{ in Ws/° C cm}^3.$$

Hier kommen als neue Konstanten in Betracht:

c_{Al} . . . als spezifische Wärme des Aluminiums . . . 2,4 Ws/° C cm³.

Das Querschnittsverhältnis kann für jedes Kabel mit der gewünschten Genauigkeit durch Nachmessung festgestellt werden. Für überschlägige Rechnungen wird es genügen, bei mittleren Querschnitten mit dem Wert 0,33 zu rechnen. Damit erhalten wir

$c'_{Cu} = 4{,}0$ Ws/° C cm³ für Kupfer,

$c_{Al} = 2{,}9$ Ws/° C cm³ für Aluminium;

Zahlen, die auch bei genauerer Rechnung als guter Mittelwert gelten können.

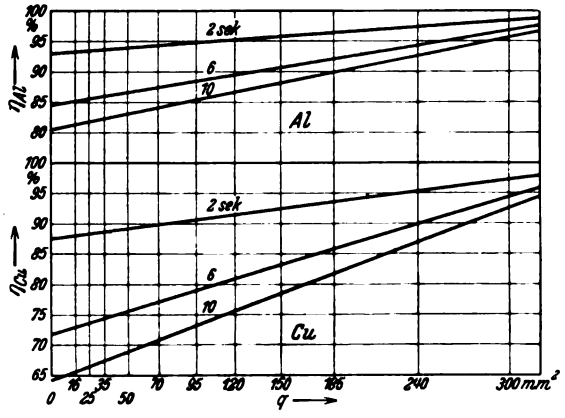


Abb. 1. Kurzerwärmungsfaktor von Kupfer- bzw. Aluminiumkabeln in Abhängigkeit vom Kabelquerschnitt bei verschiedenen Belastungszeiten.

2. Der Anteil der außerhalb des Seiles liegenden Isolierschichten wird von Hecht durch einen als Kurzerwärmungsfaktor η bezeichneten Prozentualwert in Rechnung gebracht. Er berücksichtigt die infolge der Wärmeabströmung nach der Isolation in Erscheinung tretende Mindererwärmung des metallischen Leiters für kurze Belastungszeiten. Er stellt also das Verhältnis dar von der im Kupfer einschließlich der inneren Tränkmasse aufgespeicherten zu der gesamten im Leiter elektrisch erzeugten Wärmemenge. Hecht gibt daher als Wärmebilanz die folgende Schlußformel:

$$\frac{\eta_{Cu}}{100} \varrho_{Cu} (1 + \alpha_{Cu} \Theta_{Cu}) i^2 t = \Theta_{Cu} c'_{Cu}.$$

Hierbei ist η der für verschiedene Leiterquerschnitte, für verschiedene Belastungszeiten sowie für verschiedene Baustoffe veränderliche prozentuale Kurzerwärmungsfaktor.

ϱ_{Cu} ist der spezifische Widerstand für 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt, der für Kupfer 0,02 beträgt,

α ist der Temperaturkoeffizient des spezifischen Widerstandes innerhalb des bezeichneten Temperaturbereiches und beträgt für Kupfer . . . 0,004

Θ_{Cu} ist die am Schluß der Zeit t erreichte Übertemperatur im Leiter in ° C,

i bedeutet die Stromdichte in A/mm² und

t die Belastungszeit in Sekunden unter Annahme konstanter Stromdichte.

Um diese Formel auf Aluminium anwenden zu können, geht man davon aus, daß die innerhalb bestimmter Zeiten aus dem Leiter in die umgebende Isolation übertretende Wärmemenge im allgemeinen proportional der Wärmeleitfähigkeit des Metalles angenommen werden kann. Wir erhalten daraus den Ansatz:

$$100 - \eta_{Al} = (100 - \eta_{Cu}) \frac{\lambda_{Al}}{\lambda_{Cu}}.$$

Daraus ergibt sich mit dem Verhältnis $\frac{0{,}5}{0{,}94}$ für Aluminium zu Kupfer

$$\eta_{Al} = 46{,}3 + 0{,}033\, \eta_{Cu} \,\%.$$

Unter Zugrundelegung der von Hecht mitgeteilten Zahlenwerte für Kupferkabel ergibt sich das in den beiden Kurvenblättern Abb. 1 und 2 dargestellte Verhältnis für

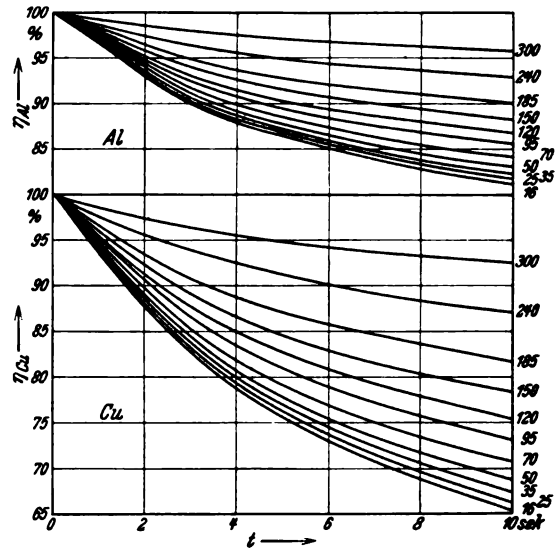


Abb. 2. Kurzerwärmungsfaktor von Kupfer- bzw. Aluminiumkabeln in Abhängigkeit von der Belastungsdauer bei verschiedenen Kabelquerschnitten.

den Kurzerwärmungsfaktor von Kupfer beziehungsweise von Aluminium in Abhängigkeit vom Kabelquerschnitt bei verschiedenen Belastungszeiten sowie in Abhängigkeit von der Belastungsdauer bei verschiedenen Querschnitten.

B. Mehrleiterkabel.

Da die Untersuchungen von Hecht gezeigt haben, daß die Eindringungstiefe der in die Isolation abfließenden Wärmemenge innerhalb von 10 s nicht mehr als 3,5 bis 4,0 mm beträgt, so können die gewonnenen Ergebnisse bei Hochspannungskabeln auch auf Mehrleiterkabel ausgedehnt werden, ohne daß hierdurch eine Fälschung derselben zu befürchten wäre.

C. Berücksichtigung der Stoßkurzschlußspitze.

Die den bekannten Biermannsschen Kurven zugrunde liegende Formel für die Erwärmung der verschiedenen Baustoffe unter Annahme voller Speicherung im Leitungsmaterial lautet:

$$\Theta = \frac{1}{\alpha} \left[e^{k \alpha \cdot i^2 t'} - 1 \right] \text{ in } ^\circ\text{C}.$$

Hierbei bedeutet e die Basis des natürlichen Logarithmus . . . 2,718, k ist das Verhältnis des spezifischen Widerstandes des Leiters zu seiner spezifischen Wärme $= \varrho/c$, letztere in Ws/° C cm³, t' ist die scheinbare Kurzschlußzeit, bezogen auf den Dauerkurzschlußstrom.

Durch Einführung der fiktiven spezifischen Wärme c' und des Kurzerwärmungsfaktors η erhalten wir die neue Gleichung:

$$\Theta = \frac{1}{\alpha} \left[e^{k' \alpha \cdot i^2 t' \eta \cdot 10^{-2}} - 1 \right] \text{ in } ^\circ\text{C},$$

wobei k' nunmehr das Verhältnis des spezifischen Widerstandes zur fiktiven spezifischen Wärme bedeutet.

Es wird somit

$k'_{Cu} = 0{,}005$ für Kupfer und

$k'_{Al} = 0{,}01035$ für Aluminium.

Alle Werte eingesetzt, ergibt sich

$\Theta_{Cu} = 250 \left[e^{0{,}2 \cdot 10^{-4} \cdot i^2 t' \eta \cdot 10^{-2}} - 1 \right]$ in ° C (Kupfer),

$\Theta_{Al} = 285 \left[e^{0{,}36 \cdot 10^{-4} \cdot i^2 t' \eta \cdot 10^{-2}} - 1 \right]$ in ° C (Aluminium).

Digitized by Google

Aus diesen beiden Gleichungen erhalten wir als reduzierte Biermannssche Erwärmungskurven das Kurvenblatt Abb. 3 mit den Werten

$$\Theta = f(i^2 t' \eta \cdot 10^{-2})$$

für Kupfer bzw. für Aluminium.

Dieselben liegen gegenüber den Originalkurven mit vereinfachter Grundannahme im Bereich bis etwa 250 ° C bis zu 20 % niedriger.

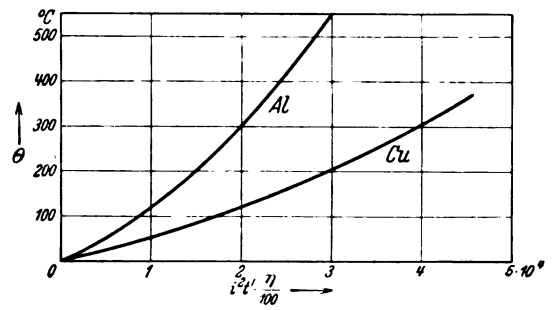


Abb. 3. Reduzierte Biermanns'sche Erwärmungskurven zur Berücksichtigung der Stoßkurzschlußspitze für Kupfer- bzw. Aluminiumkabel.

Den Kurzerwärmungsfaktor berücksichtigen wir bei Gebrauch der Kurve dadurch, daß wir nicht, wie sonst üblich, auf der Abszisse $i^2 t'$ abgreifen, sondern jetzt $i^2 t' \eta \cdot 10^{-2}$.

D. Rechenbeispiele.

Als Rechenbeispiele verwenden wir der Einfachheit halber dieselben Daten, die Biermanns in seinem Werk[2]) anführt.

Wir erhalten dann im ersten Falle für das Kupferkabel von 100 mm² bei einem Stoßverhältnis von 3 und einer Relaiseinstellzeit von 2 s eine scheinbare Zeit von $t' = 6{,}5$ s und dazu einen Kurzerwärmungsfaktor von $\eta = 78{,}5$ %. Es wird also $i^2 t' \frac{\eta}{100} = 4 \cdot 10^4$ und hiermit die Höchsttemperatur aus Kurvenblatt 3 nur 305 ° C statt etwa 600 ° bei der vereinfachten Annahme.

Im zweiten Falle der Relaiseinstellung auf nur 1 s haben wir mit der scheinbaren Zeit $t' = 4{,}5$ s einen Kurzerwärmungsfaktor von $\eta = 82{,}5$ % und ein $i^2 t' \eta \cdot 10^{-2} = 3{,}0 \cdot 10^4$ und erhalten damit eine Temperatur von 205 ° gegenüber 350 ° als Erwärmung unter vereinfachten Annahmen.

[2]) Biermanns, J.: Überströme in Hochspannungsanlagen. Berlin. J. Springer, 1928.

Im dritten Falle haben wir ein Stoßverhältnis von 5 und somit bei 2 s Relaiseinstellung eine scheinbare Zeit von $t' = 8{,}25$ und dazu einen Kurzerwärmungsfaktor von $\eta = 76$ %. Dies ergibt ein $i^2 t' \eta \cdot 10^{-2}$ von $2{,}28 \cdot 10^4$ und daher eine Übertemperatur von nur 145 ° gegenüber etwa 250 ° bei vereinfachten Verhältnissen.

Im vierten Falle haben wir das Kupferkabel von nur 16 mm² bei einer Abschaltezeit von 0,25 s und Stoßverhältnis 5. Dies gibt eine scheinbare Zeit $t' = 3{,}75$ s und damit einen Kurzerwärmungsfaktor von $\eta = 79{,}5$ %. Dieser Fall ist also auch bei genauerer Rechnung völlig hoffnungslos, da einem $i^2 t' \frac{\eta}{100} = 42 \cdot 10^4$ nichts Widerstand leisten kann. Wollen wir die Temperatur auf etwa 250 ° begrenzen, so erfordert dies bei einfachen Annahmen ein $i^2 t' = 3 \cdot 10^4$, was mit einem Querschnitt von 67 mm² erreichbar wäre. Demgegenüber benötigen wir bei genauerer Rechnung ein $i^2 t' \frac{\eta}{100}$ von $3{,}5 \cdot 10^4$, dem ein Querschnitt von etwa 56 mm² genügen würde. Unter etwas günstigeren Verhältnissen könnte also ein um eine Nummer niedrigeres Kabel gewählt werden.

Beziehen wir diese Betriebsfälle auf Aluminium, jedoch mit entsprechend erhöhten Querschnitten, so werden wir etwa ein Aluminiumkabel von 150 mm² verwenden müssen.

Dann erhalten wir in Fall 1 mit $t' = 6{,}5$ s ein $\eta = 90{,}3$ % und gegenüber einer Temperatur von 540 ° bei Vereinfachung jetzt nur eine solche von 330 ° C.

Im Falle 2 haben wir einen Kurzerwärmungsfaktor von 92,0 % und somit eine Temperatur von nur 200 ° gegenüber 300 ° bei gewöhnlicher Rechnung.

Im dritten Falle ergibt sich mit einem $\eta = 89{,}1$ % eine Temperatur von 150 ° statt 240 ° ohne Berücksichtigung der Wärmespeicherung in der Isolation, und schließlich benötigen wir in Fall 4 an Leiterquerschnitt zwecks Einhaltung von 250 ° Übertemperatur bei vereinfachten Annahmen 95 mm², hingegen bei genauer Rechnung nur 84 mm².

Wir sehen, daß die günstige Beeinflussung von Aluminiumkabeln zwar geringer ins Gewicht fällt als die von Kupferkabeln, daß aber dennoch, zum mindesten in der Relaiswirtschaft, ein merkbarer Einfluß vorhanden sein dürfte.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß die Beeinflussung der maximalen Übertemperatur eine doppelte ist: 1. infolge tieferer Lage der Erwärmungskurven wegen des erhöhten fiktiven spezifischen Widerstandes des Leiters und 2. durch Verkürzung der Abszissenabschnitte im Verhältnis des Kurzerwärmungsfaktors.

Über die Schaltungen von Photozelle und gittergesteuerter Entladungsröhre.

Von **W. Kluge** und **H. Briebrecher**, Berlin.

Übersicht. Es werden verschiedene Möglichkeiten der schaltungsmäßigen Verbindung von Photozelle und gittergesteuerter Entladungsröhre unter besonderer Berücksichtigung der endlichen Steuerleistung der Röhre behandelt, und Hinweise für zweckmäßige Anwendungen gegeben*).

Die lichtelektrische Steuerung von gittergesteuerten Entladungsröhren[1]) hat durch die grundlegenden Arbeiten von A. W. Hull[2]) sichtlich an Bedeutung gewonnen. Die gittergesteuerte Entladungsröhre bietet bekanntlich die Möglichkeit, mit Hilfe einer Photozelle Ströme und Leistungen direkt zu steuern, die die bisher unter Verwendung von Hochvakuumröhren erreichbaren Werte um mehrere Größenordnungen überschreiten. Von den verschiedenen Arten der lichtelektrischen Zellen kommt hierfür in erster Linie die Alkaliphotozelle in Frage. Sie besitzt die geforderte hohe Spannungsempfindlichkeit und erfüllt auch die sonst noch in Frage kommenden Bedingungen, die im Betrieb in der Regel gestellt werden. Die folgenden Ausführungen stellen sich zur Aufgabe, das wesentlichste über die Eigenschaften der Photozelle und der gittergesteuerten Entladungsröhre aufzuzeigen und kritisch zu betrachten. Hieraus ergeben sich dann die praktisch möglichen Schaltungen und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit.

*) Mitteilung aus dem Laboratorium der AEG-Apparatefabriken Berlin-Treptow.

[1]) Unter der Bezeichnung „gittergesteuerte Entladungsröhre" sind hier gittergesteuerte gas- oder dampfgefüllte Stromrichtgefäße mit Glühkathoden und lichtbogenartiger Entladung (Thyratron) zu verstehen.

[2]) A. W. Hull, Gen. Electr. Rev. 32 (1929) S. 213, 390.

I. Die Photozelle.

Die Alkaliphotozelle, die auf Elster und Geitel zurückgeht, beruht in ihrer Wirkung bekanntlich auf dem äußeren lichtelektrischen Effekt. Das auf die Kathode

Digitized by Google

auffallende Licht löst aus der Oberfläche Elektronen aus, die sich unter dem Einfluß einer an die Elektroden angelegten Spannung zur Anode bewegen. Die Befreiung der Elektronen geht praktisch trägheitslos vor sich. Durch die Einfüllung eines Edelgases von geringem Druck (einige zehntel Millimeter Hg) läßt sich dieser Photo-Elektronenstrom um ein Vielfaches verstärken. Es findet dann eine zusätzliche Bildung von Ladungsträgern infolge Stoßionisation statt. Da für die Steuerung der gittergesteuerten Entladungsröhren, wie im folgenden gezeigt wird, im Verhältnis zur Stromempfindlichkeit der Photozellen, zum Teil große Steuerströme (etwa 10^{-6} bis 10^{-8} A) notwendig sind, ist die Verwendung von gasgefüllten Zellen anzuraten.

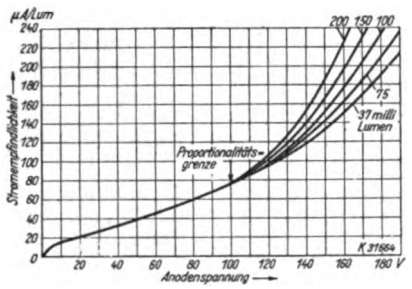
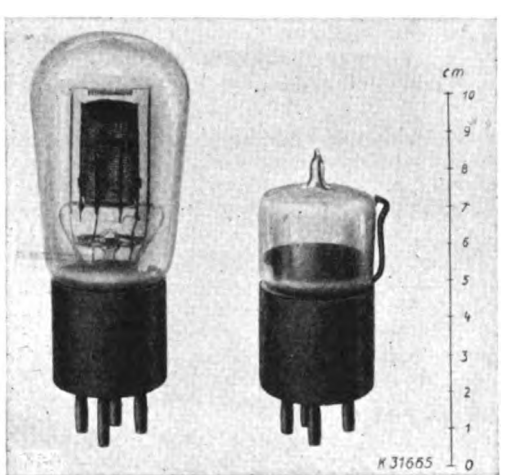


Abb. 1. Strom-Spannungs-Kennlinie der Frontphotozelle *Pz* 30 F bei verschiedenen jeweils konstanten Lichtflüssen. (Temperatur der Glühlampenwendel $T = 2650°$ K).

Abb. 1 zeigt die Stromspannungscharakteristik einer für Röhrensteuerung entwickelten gasgefüllten Photozellenart bei verschiedenen, jeweils konstanten Beleuchtungstärken, bezogen auf ein Lumen. Der Aufbau der Zelle geht aus Abb. 2 a hervor. Die aufgetragenen Photo-



b a

Abb. 2. Cäsium-Frontzelle (a) und edelgasgefüllte gittergesteuerte Entladungsröhre (b).

zellenströme stellen gleichzeitig die Stromempfindlichkeit in µA/Lm dar. Oberhalb von etwa 20 V Anodenspannung beginnt die Ionisierung des Füllgases, die eine wachsende Verstärkung des primären Photostromes zur Folge hat, bis die Zündung der Glimmentladung erfolgt. Bei gasgefüllten Zellen ist eine strenge Proportionalität nur bei Spannungen vorhanden, die genügend weit unterhalb der Glimmgrenze liegen. Die Messung läßt die Grenzen der Proportionalität zwischen Lichtfluß und Photostrom erkennen. Da zur Steuerung von gittergesteuerten Entladungsröhren durch Photozellen verhältnismäßig große Lichtströme erforderlich sind (0,01 bis 0,1 Lumen[3]), ist besonders auf die Abhängigkeit der Glimmspannung von der Beleuchtungstärke[4]) zu achten, und die Betriebspannung entsprechend weit unterhalb der Glimmspannung zu wählen.

Für die Eignung einer Alkaliphotozelle zur Steuerung von gittergesteuerten Entladungsröhren mit endlicher Gitterleistung ist die Leistungsempfindlichkeit maßgebend. Da die Leistungsempfindlichkeit sich nur indirekt aus Strom- und Spannungsempfindlichkeit errechnen läßt, und die Spannungsempfindlichkeit bei Alkalizellen gleicher Glimmspannung keinen großen Schwankungen unterworfen ist, genügt es für praktische Zwecke, wenn als Maßstab für die Beurteilung der Photozellen die Stromempfindlichkeit zugrunde gelegt wird. Ein Vergleich der Stromempfindlichkeit verschiedener Photozellen ist nur dann möglich, wenn diese mit Lichtquellen gleicher spektraler Energieverteilung gemessen worden sind. Da als Lichtquelle in den meisten Fällen ein Temperaturstrahler (Glühlampe) verwendet wird, muß die Angabe der Stromempfindlichkeit einer Zelle immer mit der Temperaturangabe der Lichtquelle verbunden werden. Im andern Falle sind, besonders bei rot- bzw. ultrarotempfindlichen Zellen, nicht unerhebliche Meßfehler möglich[5]). Für das Arbeiten mit Glühlampenlicht empfiehlt sich die Verwendung von Cäsiumzellen mit sogenannten zusammengesetzten Photokathoden wegen ihrer starken Ultrarotempfindlichkeit[6]).

II. Die gittergesteuerte Entladungsröhre.

Die Eigenschaften der gittergesteuerten Entladungsröhre sind in den letzten Jahren der Gegenstand intensivster Forschungsarbeiten geworden. Wir verweisen hier auf die vorhandene ausführliche Literatur[7]) und fassen die für unsere Aufgabe wesentlichsten Merkmale kurz zusammen. Die gittergesteuerte Entladungsröhre unterscheidet sich im Prinzip von der Hochvakuum-Verstärkerröhre insofern, als sie eine zusätzliche Gas- oder Dampffüllung besitzt. Um beurteilen zu können, welches abweichende Verhalten die Anordnung „Photozelle—Entladungsröhre" gegenüber derjenigen „Photozelle—Hochvakuum-Verstärkerröhre" zeigt, ist es notwendig, die wesentlichsten Eigenschaften der gittergesteuerten Entladungsröhre genügend zu kennen. Es sind das insbesondere die Zündkennlinie, die Gitterstrom-Kennlinie, die Konstanz der Kennlinien und die Zündverzögerung.

a) Die Zündkennlinie. Das Gitter steuert bei der gittergesteuerten Entladungsröhre nicht den Anodenstrom in umkehrbarer Weise wie bei der Verstärkerröhre, sondern lediglich die Zündung der Entladung. Es vermag nur den sogenannten „dunklen Vorstrom" in umkehrbarer Weise zu steuern. Nach der Zündung der Entladung bilden die positiven Ionen eine Schicht um die Oberfläche des Gitters, und zwar von solcher Dicke, daß sie die durch die negative Vorspannung bedingte negative Ladung des Gitters zu kompensieren vermögen. Dadurch nehmen sie dem Gitter seine steuernde Wirkung. Die einmal eingesetzte Entladung läßt sich durch das Gitter nicht mehr beeinflussen. Das Gitter vermag also lediglich den Zündeinsatz selbst festzulegen. Die Höhe des nach der Zündung fließenden Stromes bestimmt ausschließlich der Widerstand im Anodenkreis. Eine Unterbrechung der Entladung ist nur dann möglich, wenn die Anodenspannung kurzzeitig unter den Betrag des Brennspannungsabfalls gebracht wird und hierauf das Wiederzünden durch das Gitter verhindert wird. Nach erfolgter Zündung beträgt der Spannungsabfall am Rohr etwa 15 bis 20 V.

Die Zündcharakteristik der Röhre vermittelt uns den Zusammenhang zwischen der Anodenspannung und derjenigen kritischen Gitterspannung, welche das Zünden der Entladung ermöglicht. Die Gestalt der Zündcharakteristik ist abhängig von der Anordnung der Elektroden im Gefäß, von Gasart und Gasdruck (bzw. Dampfdruck). Die Neigung des negativen Astes der Charakteristik gibt uns den Durchgriff an. Abb. 3 zeigt eine solche Zündkennlinie mit den bei einer Vielheit von Röhren ermittelten Grenzen des Streuungsbereiches. Die Zündkennlinie zerfällt in den positiven und den negativen Ast. Der positive Ast hat für praktische Belange wenig Interesse.

b) Die Gitterstromkennlinie. Die Steuerung des Anodenstromes einer Röhre geht nicht vollständig verlustlos

[3]) 0,01 Lumen entspricht bei voller Ausleuchtung einer Photozelle mit 5 cm² Eintrittsöffnung einer wirksamen Beleuchtungsstärke von 20 Lux.

[4]) Die Abhängigkeit der Glimmspannung von der Beleuchtungstärke ist nur scheinbar. In Wirklichkeit wird das Feld in der Zelle durch die infolge der steigenden Belichtung anwachsenden Ströme verzerrt. Das führt gemäß der Townsendschen Zündbedingung zu geringeren Zündspannungen.

[5]) R. Koller, Rev. sci. Instrum. (1932) S. 760.

[6]) W. Kluge, Physik.Z. 34 (1933) S. 115 und S. 844.

[7]) A. Glaser, Jahrbuch des Forschungs-Institutes der AEG, Bd. III, 1931/32 sowie Z. techn. Physik 13 (1932) S. 549.

Digitized by Google

vor sich. Auch bei hohen negativen Gitterspannungen, also bei gesperrter Röhre, fließt im Gitterkreis ein Strom, der zur Aufrechterhaltung der Sperrung eine endliche Steuerleistung erfordert. Dieser Gitterstrom setzt sich zusammen aus dem Ableitungstrom, dem Gitteremissionsstrom und dem Neutralisationsstrom. Der Ableitungsstrom ist durch den Isolationswiderstand zwischen Gitter und Kathode bedingt. Bei Röhren größerer Leistung ist infolge der stärkeren Erwärmung der Isolationstrecke der Ableitungstrom wesentlich größer als bei Röhren kleiner Leistung. Er kann in der Größenordnung von 10^{-6} A bis 10^{-9} A liegen. Ein Gitteremissionsstrom tritt dann auf,

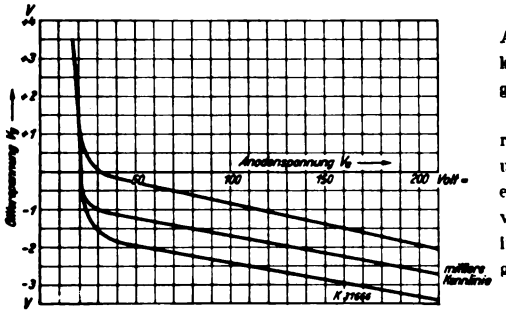
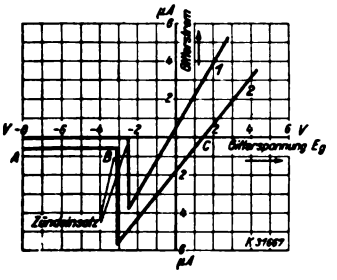


Abb. 3. Zündkennlinien von gittergesteuerten Entladungsröhren mit Streuungsbereich bei einer Vielheit von Röhren der in Abb. 2b dargestellten Type.

wenn sich Barium von der Kathode auf das Gitter niederschlägt. Dadurch wird der Austritt von Elektronen aus dem Gitter erleichtert. Der Neutralisationsstrom hat seine Ursache in den auch vor der Zündung in jeder Röhre in geringer Anzahl vorhandenen freien Ionen, die gegen das negative Steuergitter fliegen. Diese werden dann durch einen entsprechenden Elektronenstrom im äußeren Gitterkreis neutralisiert. Außerdem tritt bei den mit Wechselspannung gesteuerten Röhren ein Ladestrom auf, der von der Größe der Kapazität zwischen Gitter und Kathode abhängt.



0,5 MΩ Vorwiderstand, Anodenspannung 220 V
1 Röhre für 350 V Sperrspannung und 0,35 A Spitzenstrom (mit Edelgasfüllung)
2 Röhre für 1000 V Sperrspannung und 50 A Spitzenstrom (mit Hg-Dampffüllung)

Abb. 4. Gitterstromkennlinien von gittergesteuerten Entladungsröhren.

In Abb. 4 sind die Gitterstromkennlinien für eine Röhre kleiner Leistung (0,35 A Spitzenstrom, Kurve *1*, Aufbau der Röhre siehe Abb. 2 b) und für eine Röhre großer Leistung[8]) (50 A Spitzenstrom, Kurve *2*) dargestellt unter Vorschaltung eines Hochohmwiderstandes von 0,5 MΩ vor dem Gitter. Beide zeigen den gleichen charakteristischen Verlauf. Bei der kleinen Röhre beträgt der Gitterstrom nur etwa 10^{-9} A, während er bei der größeren Röhre infolge der geringeren Isolation sowie der größeren Gitteremission etwa 0,8 μA erreicht.

Mit dem Einsetzen der Zündung steigt die Zahl der positiven Ionen sprunghaft an. Diese bewegen sich zum Gitter hin. Der dadurch bedingte Neutralisationsstrom kann im Verhältnis zum Photostrom sehr groß werden, wenn er nicht wie bei dem gewählten Beispiel durch den Gittervorwiderstand begrenzt wird. Der Neutralisationsstrom verringert sich nun mit der mehr positiv werdenden Gitterspannung, da dann außer den Ionen, die auf das Gitter fliegen, die in der Entladung vorhandenen Elektronen in immer steigenderem Maße gegen das Gitter anzulaufen beginnen und so einen Teil der Ionen neutralisieren. Infolgedessen nimmt der Gitterstrom ab. Bei einer bestimmten, von der Bauart der Röhre abhängigen Gitterspannung heben sich diese Einflüsse auf, so daß der äußere Gitterstrom Null wird (Abb. 4, Punkt *c*).

Für die Gittersteuerung durch Photozellen ist nun die Größe und der Verlauf des Gitterstromes vor Beginn der Zündung (Abb. 4, Kurvenstück *A—B*) von Interesse, da die einmal eingesetzte Entladung nicht mehr durch Maßnahmen im Gitterkreis unterbrochen werden kann. Die erforderliche Steuerleistung errechnet sich aus dem Produkt von Gitterstrom und der zur Zündung notwendigen Spannungsänderung am Gitter. Diese Spannungsänderung ist im wesentlichen von der Konstanz der Zündkennlinien abhängig. Sie läßt sich bis auf einige Zehntel Volt herabdrücken, so daß sehr kleine Werte für die Steuerleistung entstehen können. Ein praktisch immer vorhandener Störspiegel sorgt dafür, daß die Steuerleistung nicht über alle Grenzen klein wird, was theoretisch an sich denkbar wäre.

c) **Konstanz der Kennlinien.** Bei der gittergesteuerten Entladungsröhre liegt die Zündcharakteristik keinesfalls vollkommen fest, sondern sie ist infolge verschiedener Einwirkungen bestimmten Schwankungen ausgesetzt. Diese sind, falls man Anoden- und Heizspannungschwankungen ausschließt, besonders bei solchen Röhren festzustellen, deren Gitterkreis über einen hohen wahren Widerstand (einige Megohm) gesteuert wird. Hier wirkt sich jede Schwankung des Gitterstromes, hervorgerufen durch eine Änderung des Isolationswertes von Gitter und Kathode sowie der Gitteremission, aus, da die im Steuerwiderstand sich aus dieser Stromänderung ergebende Änderung des Spannungsabfalles auf eine zusätzliche Verschiebung der Zündcharakteristik hinausläuft, die aber nur scheinbar ist. Eine reelle Verschiebung der Zündcharakteristik tritt dagegen auf, wenn sich der Emissionschwerpunkt der Glühkathode verlagert[9]) oder wenn infolge von Temperaturänderungen die Gasdichte in der Entladungsröhre verändert wird. Bei Edelgasfüllung ändert sich die Charakteristik bei Temperaturschwankungen nur wenig. Bis zu einer Temperatur von 60 bis 70 ° C läßt sich praktisch keine merkliche Änderung der Zündcharakteristik feststellen. Viel stärker wird die Änderung bei den Röhren, die mit gesättigtem Quecksilberdampf gefüllt sind (Abb. 5).

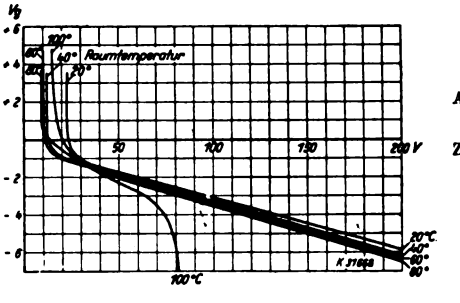


Abb. 5. Temperaturabhängigkeit der Zündkennlinie einer gittergesteuerten Entladungsröhre.

d) **Die Zündverzögerung.** Ist die Zündbedingung gemäß Abb. 3 erfüllt, so verstreicht nach Anlegen der Anodenspannung bis zur Zündung eine meßbare Zeitspanne, die zum Aufbau der Entladung benötigt wird. Diese Zündverzögerungszeit setzt sich aus der sogenannten „Anlaufzeit" und der „Aufbauzeit" zusammen. Sie wird in erster Linie durch die Höhe der Anodenspannung, der Gitterspannung, des Gitterwiderstandes und die Gasdichte bestimmt. Wir verweisen hier auf eine entsprechende Untersuchung von W. Koch[10]). Bei genügend hohen positiven Gitterspannungen beträgt der Zündverzug einige Mikrosekunden. Demgegenüber ist die Freiwerdezeit wesentlich größer. Diese ist die Mindestzeitspanne, die das Gitter zur Wiedererlangung seiner steuernden Funktion benötigt. Sie ist bedingt durch die Abwanderung der positiven Raumladung vor dem Gitter. Diese physikalischen Gegebenheiten führen dazu, daß die zwischen zwei Entladungsvorgängen verstreichende Zeitspanne einen Mindestbetrag nicht unterschreiten darf.

[8]) Vgl. A. Glaser, (wie Fußnote 7) S. 49, Bild 2, Röhre Nr. 4.

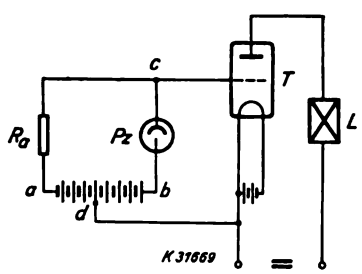
[9]) Vgl. A. Glaser, (wie Fußnote 7) S. 59, Bild 21.

[10]) W. Koch, Physik.Z. 33 (1932) S. 934.

Digitized by Google

III. Photozellenschaltungen zur Steuerung von gittergesteuerten Entladungsröhren.

Die oben erörterten Eigenschaften der gittergesteuerten Entladungsröhren müssen bei der Untersuchung und Auslegung der Schaltung berücksichtigt werden. In erster Linie ist es die Größe des Gitterstromes, die das Anwendungsgebiet der Photozellensteuerung begrenzt. Der Photozellenkreis muß eine derartige Steuerenergie liefern, daß die von der Röhre benötigte Gitterleistung um ein Mehrfaches überschritten wird. Man wird es deshalb auch möglichst vermeiden, Entladungsröhren über Widerstände auszusteuern, die größer als 10 bis 20 MΩ sind. Bei den größeren Röhrentypen ist man sogar auf 0,1 bis 0,5 MΩ beschränkt. Sie sind deshalb auch weniger zur Gittersteuerung durch Photozellen geeignet, da die Spannungsempfindlichkeit der Photozelle hier nicht genug ausgenutzt werden kann. Diese Zusammenhänge lassen sich an Hand einer graphischen Darstellung der Spannungsverhältnisse im Gitterkreis leicht übersehen. Es soll hierbei der einfachste Photozellensteuerkreis, bestehend aus lichtelektrischer Zelle und Ankopplungswiderstand, zugrunde gelegt werden.



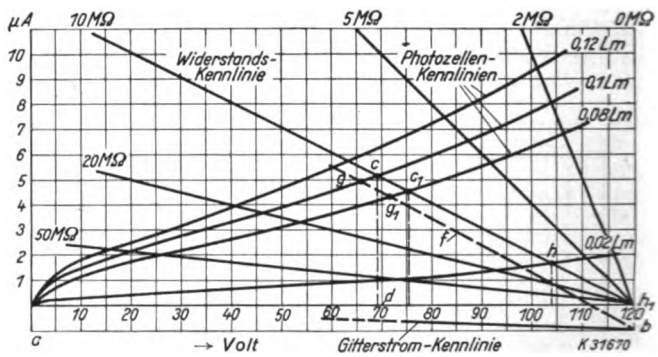
Pz Photozelle
R_a Ankopplungswiderstand
a···*b* Spannung am Photozellenkreis
c Gitterpotential
L Last
T gittergesteuertes Entladungsgefäß

Abb. 6. Einfacher Photozellenkreis.

Abb. 6 zeigt das Schaltbild eines solchen Kreises. Die Punkte *a*, *b*, *c*, *d* stellen die vier Endpunkte der Steuerbrücke dar. Der Punkt *c* besitzt gleichzeitig das Potential des Gitters, während *d* mit der Kathode verbunden ist.

Das Spannungsdiagramm dieser Brücke zeigt Abb. 7. Die Kurvenscharen mit dem Punkt *a* als Ursprungsort stellen die Strom-Spannungskennlinien der Photozelle bei verschiedenen, jeweils konstanten Belichtungen dar. Die Strecke *a*—*b* entspricht der gesamten an den Photozellenkreis gelegten Spannung (120 V). Die gegenläufige Kurvenschar wird durch die entsprechenden Kennlinien der Ankopplungswiderstände bei verschiedenen Widerstandswerten gebildet. Der Schnittpunkt einer Photozellencharakteristik mit einer Widerstandskennlinie ergibt den jeweiligen Arbeitspunkt der Brücke, den Brücken- (bzw. Photozellen-)strom sowie die Spannungsverteilung der gesamten außen angelegten Spannung auf Photozelle und Widerstand. Für die Photozellenkennlinie 0,1 Lumen und den Ankopplungswiderstand $R = 10$ MΩ ergibt sich — verlustlose Gittersteuerung vorausgesetzt — aus dem Diagramm ein Brückenstrom von etwa 5,1 μA. Der Spannungsabfall an dem Ankopplungswiderstand beträgt 51 V, während an der Photozelle noch 120 — 51 = 69 V liegen. Der Schnittpunkt *c* entspricht dem Potential des Gitters. Erteilt man der Kathode das Potential *d*, das z. B. um 70 V unter dem von Punkt *a* liegen mag, so erhält bei 0,1 Lumen das Gitter eine Spannung von + 1 V gegenüber der Kathode, d. h. die Röhre zündet unter Zugrundelegung der Zündkennlinie, Abb. 3. Vermindert man die Belichtung der Photozelle von 0,1 Lumen z. B. auf 0,08 Lumen, so verschiebt sich die Strom-Spannungskennlinie der Photozelle entsprechend den eingezeichneten Kurven. Der Schnittpunkt *c* wandert nach c_1, d. h. das Potential des Gitters wird negativ gegenüber der Kathode. In diesem Falle beträgt die Potentialdifferenz — 5,5 V, d. h. nach vorhergegangener Unterbrechung des Anodenkreises wird das Wiederzünden verhindert. Da die Projektion der Strecke *c*—c_1 auf die Waagerechte die Gitterspannungsänderung bei der Belichtungsänderung von 0,1 Lumen auf 0,08 Lumen und bei einem Ankopplungswiderstand von 10 MΩ darstellt, läßt sich aus den Schnittpunkten der Widerstandsgeraden die günstigste Anpassung erkennen. Bei der verlustlosen Regelung, die bisher vorausgesetzt wurde, ergibt sich hierbei die günstigste Aussteuerung bei einem Außenwiderstand von 10 bis 20 MΩ.

Die Verhältnisse ändern sich etwas, wenn man die Gitterleistung nicht mehr vernachlässigen kann. Der vor der Zündung der Röhre auftretende negative Gitterstrom (Abb. 7), der durch den Ankopplungswiderstand



c···c_1 bzw. *g*···g_1 Gitterpotential bei 0,1 und 0,08 Lumen. Bei verlustloser Regelung bzw. bei Berücksichtigung des Gitterstromes
d Potential der Kathode
f Widerstands-Kennlinie nach Berücksichtigung der Gitterleistung

Abb. 7. Spannungsdiagramme des Photozellenkreises nach Abb. 6.

R_a und über die Isolationsstrecke Gitter—Kathode fließt, verursacht in dem Widerstand R_a einen zusätzlichen Spannungsabfall, so daß sich die für die Photozelle wirksame Spannung verringert. Um den Einfluß dieses Gitterstromes in dem Diagramm darstellen zu können, zeichnet man die resultierende Stromspannungscharakteristik der Widerstandskennlinie durch Überlagerung des Brücken- und Gitterstromes (Abb. 7, Kurve *f*). Die Schnittpunkte *g* und g_1 dieser Kennlinie mit den Strom-Spannungskennlinien der Photozelle für einen Lichtstrom von 0,1 und 0,08 Lumen ergeben die neuen Arbeitspunkte der Brücke. Da die Verschiebung des Schnittpunktes von *c* nach *g* bzw. von c_1 nach g_1 nur allmählich erfolgt, entsprechend der Verschlechterung der Gitterisolation bei der zunehmenden Erwärmung der Röhre im Betrieb, wird damit auch die zur sicheren Aussteuerung der Röhre erforderliche Spannungsänderung vergrößert. Eine wesentliche Verringerung der Steuerleistung von gittergesteuerten Entladungsröhren erhält man durch Anordnung eines Schutzgitters, welches das Steuergitter gegen die Kathode und die Anode abschirmt. Dadurch wird das Steuergitter weitgehend gegen die direkte Wärmestrahlung der Oxydkathode geschützt. Auch wird verhindert, daß bei der allmählich stattfindenden Zerstäubung der Kathode sich ein Niederschlag von Barium auf dem Steuergitter bildet. Schließlich wird auch die Kapazität zwischen dem Steuergitter und der Kathode bzw. der Anode durch das Schutzgitter stark herabgesetzt, so daß der kapazitive Ladestrom des

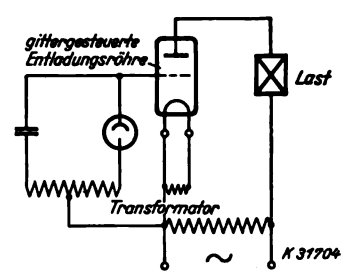


Abb. 8a. Phasenverschiebungsbrücke für stetige Regelung des Anodenstromes nach Hull.

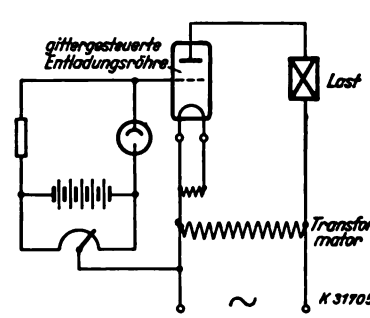


Abb. 8b. Unstetige Steuerung des Anodenstromes.

Digitized by Google

Gitters ebenfalls vermindert wird. Schutzgitterröhren sind daher besonders für die Verwendung in Photozellenschaltungen geeignet.

Zwischen den bekannten Schaltungen von Hochvakuumverstärkerröhren und den Schaltungen mit gittergesteuerten Entladungsröhren besteht rein äußerlich kein großer Unterschied. Das Gitter wird im Normalfall, unmittelbar oder mittelbar, von einer Brücke beeinflußt, die aus einem festen (wahren oder kapazitiven) und einem belichtungsabhängigen Widerstand (Photozelle) besteht. Das gilt sowohl für Gleichstrom- als auch für Wechselstromschaltungen. In der Wirkungsweise treten jedoch dabei große Unterschiede auf.

a) **Wechselstromschaltungen.** Hier unterscheidet man Anordnungen, bei welchen sowohl Steuerkreis als auch Anodenkreis der Röhre direkt an Wechselspannungen liegen (Phasenverschiebungsbrücke nach Hull[11]) und Schaltungen, bei welchen der Steuerkreis an Gleichspannung liegt, der Anodenkreis jedoch an Wechselspannung. Abb. 8 a und b zeigt die beiden Schaltungen dem Wesen nach. Der Zündeinsatz in der Entladungsröhre wird durch den Gitterkreis geregelt, während die regelmäßige Unterbrechung der lichtbogenähnlichen Entladung in der Röhre durch den Nulldurchgang der Anodenwechselspannung erfolgt. In Abb. 8 c ist eine Schaltung dargestellt, bei

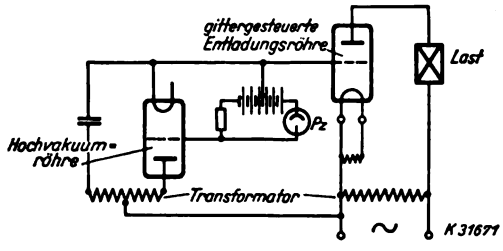
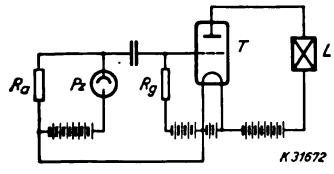


Abb. 8c. Hullsche Brückenschaltung mit Vorverstärkung.

welcher die Hullsche Brückenschaltung durch die zusätzliche Anordnung einer Hochvakuumverstärkerröhre in ihrer Steuerempfindlichkeit wesentlich verbessert worden ist. Es ist hier möglich, durch Lichtströme von wenigen Millilumen eine gittergesteuerte Entladungsröhre mit einem Spitzenstrom von 50 A stufenlos zu regeln.

Während die bisher erwähnten Schaltungen durch einen konstanten Lichtstrom gesteuert werden, der für die Dauer eines Schaltvorganges seinen Wert nicht ändert, besteht vielfach die Notwendigkeit, mit mittelfrequentem, moduliertem Steuerlicht zu arbeiten. Das ist besonders dann der Fall, wenn man den Einfluß einer zusätzlichen störenden Gleichbelichtung unwirksam machen will. Die Ankopplung des Photozellenkreises an die gittergesteuerte Entladungsröhre erfolgt dann wie bei Hochvakuumverstärkerröhren (Abb. 9). Als Anodenspannung der Röhre kann eine mittelfrequente Wechselspannung derselben Frequenz und Phase wie die Lichtfrequenz Verwendung finden.

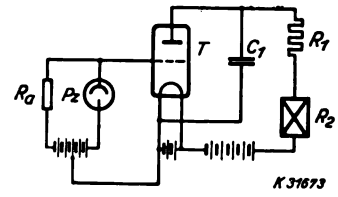


Pz Photozelle
R_a Ankopplungswiderstand
R_g Gitterwiderstand
T gittergesteuerte Entladungsröhre
L Last

Abb. 9. Gleichstromschaltung zur Erfassung von kurzzeitigen Lichtimpulsen.

Mit Hilfe des in Abb. 7 dargestellten Diagrammes lassen sich auch für diesen Fall die Spannungsverhältnisse im Steuerkreis leicht übersehen. Bei einer Steuerbelichtung (Wechsellicht) von 0,02 Lumen und einer Vorbelichtung (Gleichlicht) von 0,08 Lumen beträgt die Amplitude der Steuerspannung (Projektion von $c\,c_1$) unter Zugrundelegung eines Ankopplungswiderstandes von 10 MΩ 6,5 V. Verschwindet die Vorbelichtung, so ergeben die Schnittpunkte $h\ h_1$ der Photozellenkennlinie für 0,02 Lumen und 0 Lumen mit der Widerstandsgeraden eine Steuerspannungsamplitude von 15,5 V. Die Spannungsempfindlichkeit des Photozellenkreises ist demnach von der Größe der Vorbelichtung abhängig. Diese Abhängigkeit läßt sich zwar durch die Verwendung von Vakuumphotozellen an Stelle der gasgefüllten Photozellen vermeiden, sofern man die Betriebspannung genügend weit oberhalb der Sättigungspannung wählt. Dafür erhält man aber wesentlich niedrigere Steuerspannungsamplituden infolge der geringeren Stromempfindlichkeit der Vakuumzellen.

b) **Gleichstromschaltungen.** Bei diesen Schaltungen tritt die Eigenschaft eines gasgefüllten gittergesteuerten Entladungsgefäßes in Erscheinung, daß sich eine Entladung nur durch ein kurzzeitiges Herabdrücken der wirksamen Anodenspannung auf Werte unterhalb der Brennspannung unterbrechen läßt. Gleichstromschaltungen müssen angewendet werden, wenn irgend welche einmalig oder in größeren Abständen stattfindende sehr kurzzeitige Lichtänderungen erfaßt werden sollen. Hier ist es vielfach erwünscht, daß die Entladung der Röhre nach eingeleiteter Zündung weiter bestehen bleibt, bis durch irgendeine Maßnahme von außen der Entladungskreis wieder unterbrochen wird, und der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt ist. In diesem Falle ist die gittergesteuerte Entladungsröhre als trägheitsloses Relais mit geringer Steuerenergie durch keinen anderen Apparat zu ersetzen. Es können auf diese Art und Weise z. B. Papierschneidmaschinen gesteuert werden, bei denen der Steuerimpuls durch Vorbeiführen einer kleinen Markierung (dünner Strich) an der Photozelle erfolgt, ebenso können kleine Fehlerstellen in Papier- oder Blechbändern durch ähnliche Apparate signalisiert werden. Abb. 9 zeigt im Prinzip die Schaltung einer solchen Anordnung. Über den Ankopplungswiderstand R_1 ist das Thyratron so vorgespannt, daß eine Zündung nicht eintreten kann. Ein kurzzeitiger Lichtimpuls (0,001 bis 0,0001 s) bewirkt jedoch einen Spannungsstoß, der durch den Ankopplungskondensator übertragen wird und sich der negativen Sperrspannung überlagert. Damit ist die Zündung der Röhre eingeleitet, die erst nach Unterbrechen des Anodenstromkreises wieder stromlos gemacht werden kann. Auch hier läßt sich durch Anwendung von Vorverstärkern die Steuerempfindlichkeit wesentlich erhöhen.



Pz Photozelle
R_a Ankopplungswiderstand
T gittergesteuerte Entladungsröhre
C_1 Kippschwing.-Kondensator
R_1 Ladewiderstand
R_2 Last

Abb. 10. Kippschwingschaltung.

Eine besondere Form der Gleichstromschaltung, bei der die Röhre ihre Steuerbarkeit sowohl für das Ein- als auch das Ausschalten eines Stromkreises praktisch besitzt, zeigt Abb. 10. Hier werden im Anodenkreis der Röhre bei Erfüllung der Zündbedingung mittelfrequente Kippschwingungen erzeugt, deren Einsetzen durch die Photozelle bestimmt wird. Die Geschwindigkeit, mit der der Strommittelwert der Röhre den Steuervorgängen folgt, hängt von der Frequenz der Kippschwingungen ab. Die zur Verfügung stehende Ausgangsleistung ist begrenzt, da die Kippschwingungen eine Belastung der Röhre mit hohen Stromspitzen zur Folge haben, was naturgemäß den mittleren Belastungsstrom stark herabsetzt.

Die Möglichkeiten, die Photozelle für alle sonst noch denkbaren und hier nicht erwähnten Anwendungen geeignet mit der gittergesteuerten Entladungsröhre zu einer Schaltung zu vereinigen, sind mit unserer Darlegung wahrscheinlich nicht erschöpft. Im Rahmen dieses Aufsatzes haben wir die wesentlichsten Merkmale der Schaltungen aufgezeigt, die sich aus den charakteristischen Eigenschaften dieser beiden Entladungsgefäße ergeben.

[11]) A. W. Hull, (wie Fußnote 2).

Digitized by Google

50 Jahre Schaltanlagenbau der BEWAG 1884 bis 1934.

Von Dr.-Ing. **Erich Krohne**, Berlin.

(Schluß von S. 668.)

D. Die Einführung der Großfernversorgung (1918 bis 1924).

Transportschwierigkeiten und Mangel besonders an Steinkohlen auf der einen Seite, vermehrter Energiebedarf der Rüstungsindustrie auf der anderen Seite zwangen dazu, einen Fernstromplan aufzugreifen, der bereits vor dem Kriege von den BEW ausgearbeitet, aber nicht zur Ausführung gelangt war. Die schon vor dem Kriege fertiggestellten Trassierungsarbeiten ermöglichten es, innerhalb eines halben Jahres eine 100 kV-Doppelleitung vom Bitterfelder Braunkohlengebiet nach Berlin zu bauen. Die 100 kV-Übergabestelle wurde von den reichseigenen Elektrowerken gegenüber dem Kraftwerk Rummelsburg errichtet und im Juni 1918 in Betrieb genommen. Als Schalter für die zweistöckig ausgeführte Übergabestelle des Fernstroms in Rummelsburg wurden Dreikessel-Ölschalter mit in dem Ölkessel eingebauten Vorschaltwiderständen verwendet. Die Sammelschiene war als Einfachsammelschiene ausgebildet.

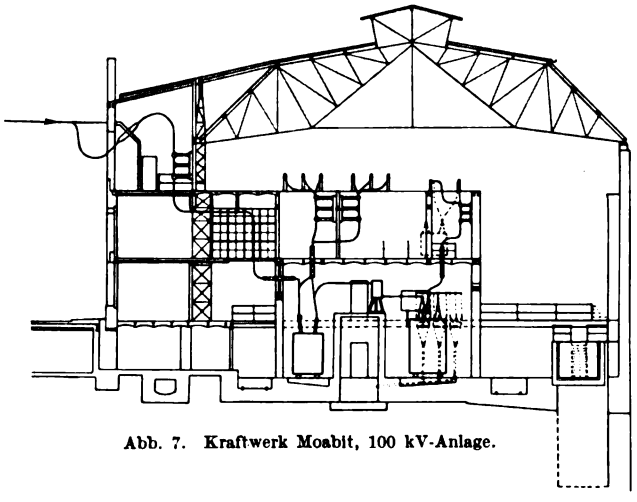
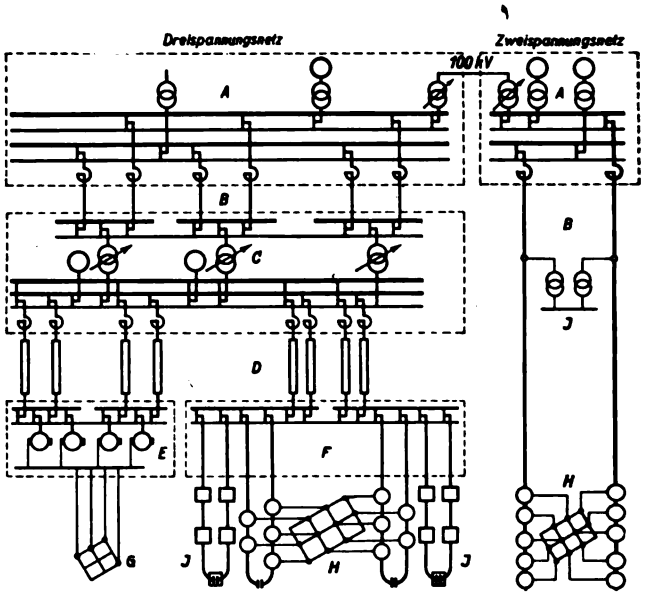


Abb. 7. Kraftwerk Moabit, 100 kV-Anlage.

Als im Jahre 1921 eine zweite 100 kV-Fernleitung von Trattendorf über Friedrichsfelde nach Berlin gebaut wurde, wurde die 100 kV-Schaltanlage in Moabit im Maschinenhaus errichtet (Abb. 7). Diese Schaltanlage besaß im Gegensatz zur Rummelsburger Anlage eine Doppelsammelschiene und erhielt für jede Freileitung und für jeden Transformator einen Ölschalter. Die Freileitungseinführungen und die Sammelschienen mit ihren Trennschaltern waren im oberen Stockwerk, die Ölschalter, Stromwandler und Transformatoren darunter untergebracht. Ölschalter und Transformatoren befanden sich in einer gemeinsamen, sehr geräumigen Zelle, durch die in der Mitte, qualmsicher abgeschlossen, der Bedienungsgang hindurchführte. Die Schaltgeräte usw. entsprachen der Serie VIII. Wenn diese erste große 100 kV-Schaltanlage auch nach heutigen Begriffen nicht als vorbildlich zu bezeichnen ist, so verdient immerhin hervorgehoben zu werden, daß sie noch heute ohne erhebliche Störungen in Betrieb ist.

E. Von der Überlagerung der Mittelspannung von 30 kV und der Einführung der Gruppenschaltung bis zur Einführung des Zweispannungsnetzes (1924 bis 1930).

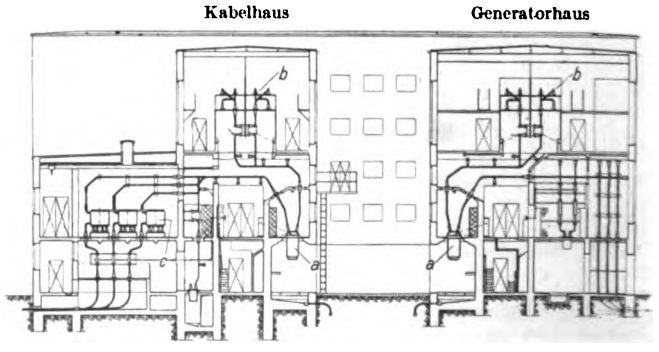
In der Zeit der Inflation zwangen wirtschaftliche Gründe zu äußerster Beschränkung im Bau neuer bzw. in der Erneuerung alter Schaltanlagen, so daß am Ende der Inflation alle Betriebsmittel und Anlagen aufs äußerste beansprucht waren. Mit der Wiederkehr fester Währungsverhältnisse begann eine Zeit angespanntester Bautätigkeit. Die bisherige Verteilungspannung von 6 kV erwies sich bei dem rasch wachsenden Energiebedarf als unzureichend. Man ging infolgedessen allgemein dazu über, in den Kraftwerken den 6 kV-Generatoren 6/30 kV-Transformatoren vorzuschalten und die Energie mit einer Spannung von 30 kV den neu zu errichtenden 30/6 kV-Abspannwerken zuzuführen.



A Kraftquellen
B 30 kV-Netz
C Abspannwerke
D 6 kV-Netz
E Umformwerke
F 6 kV-Stützpunkte
G Gleichstrom-Niederspannungs-Netz
H Drehstrom-Niederspannungs-Netz
J Hochspannungs-Abnehmer

Abb. 8. Drei- und Zweispannungsnetz für hohe Verbrauchsdichte.

Die Vervielfachung der bisherigen Leistungen, der immer engere Zusammenschluß der einzelnen Berliner Kraftwerke, die hierdurch notwendige Begrenzung der großen Kurzschlußleistungen und die erforderliche Erhöhung der Betriebsicherheit bedingten wiederum grundsätzliche Änderungen im Aufbau der Schaltanlagen. Die einschneidendste Maßnahme dieses Zeitabschnittes war die



a Ölschalter *b* Sammelschienen *c* Drosselspulen

Abb. 9. Kraftwerk West, 30 kV-Anlage.

bekannte Unterteilung der einzelnen Anlagen in Gruppen zur Verminderung der Kurzschlußströme (Abb. 8). Gleichzeitig wurden zur weiteren Begrenzung der Kurzschlußströme Drosselspulen in die 30- und 6 kV-Kabel eingebaut.

Digitized by Google

In diese Zeit fallen die Errichtung der Großkraftwerke Klingenberg und West, der Ausbau bzw. die Erneuerung der alten Kraftwerke, der Bau der neuen 30/6 kV-Abspannwerke und der 6 kV-Stützpunkte, die Erneuerung und Erweiterung der Lichtumformwerke, die erstmalige Verwendung von Bahngleichrichterwerken sowie die Errichtung von weit über 1000 Netz- und Übergabestationen.

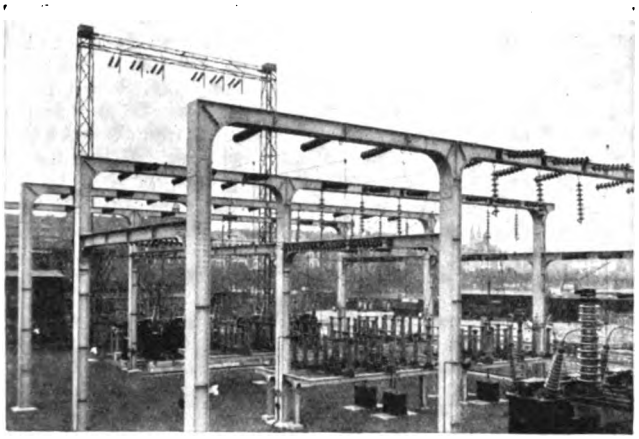


Abb. 10. Kraftwerk Moabit, Freiluft-Schaltanlage.

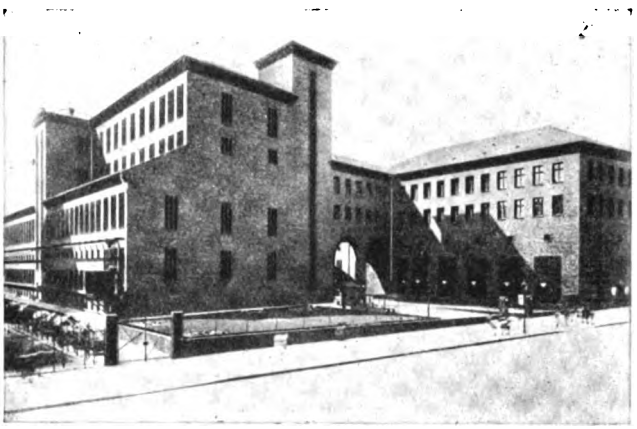


Abb. 11. 30/6 kV-Abspannwerk Humboldt (1926), 62 500 kVA.

Am Ende dieses Bauabschnittes waren vorhanden:

a) Kraftquellen.

8	Kraftwerke	750 000 kW
4	100/30 kV-Fernstrom-Umspannwerke	180 000 „

b) Verteilungswerke.

23	30/6 kV-Abspannwerke	750 000 „
50	6 kV-Stützpunkte	
36	Umform- und Gleichrichterwerke	270 000 „
2900	Netz- und Übergabestationen	340 000 „

(Die Zahlen sind abgerundet.)

Kabeln ist das Schalthaus in ein Generatorhaus und in ein Kabelhaus unterteilt. Beide Häuser weisen drei Stockwerke auf, eins für die Sammelschienen, ein zweites für die Kabeldrosselspulen, den Bedienungsgang und den oberen Teil der Ölschalter und ein drittes für die Kabelendverschlüsse, Kabeltrennschalter, Spannungswandler und den Qualmraum der Ölschalter. Das hervorstechendste Merkmal dieser Anordnung ist der Einbau der Ölschalter. Er ist typisch für die in den Jahren 1925 bis 1930 entstandenen Großschaltanlagen in den erneuerten alten Kraftwerken sowie in den neuen 30/6 kV-Abspannwerken. Die Ölschalter sind in einem besonderen Qualmraum, der nach dem Freien zu offen ist, untergebracht und ragen mit ihren an einem druckfesten Deckel befestigten Durchführungen in den Sammelschienenraum hinein. Bemerkenswert ist weiter an der Schaltanlage des Kraftwerks West, daß im Kabelhaus die Drosselspulen in einem waage-

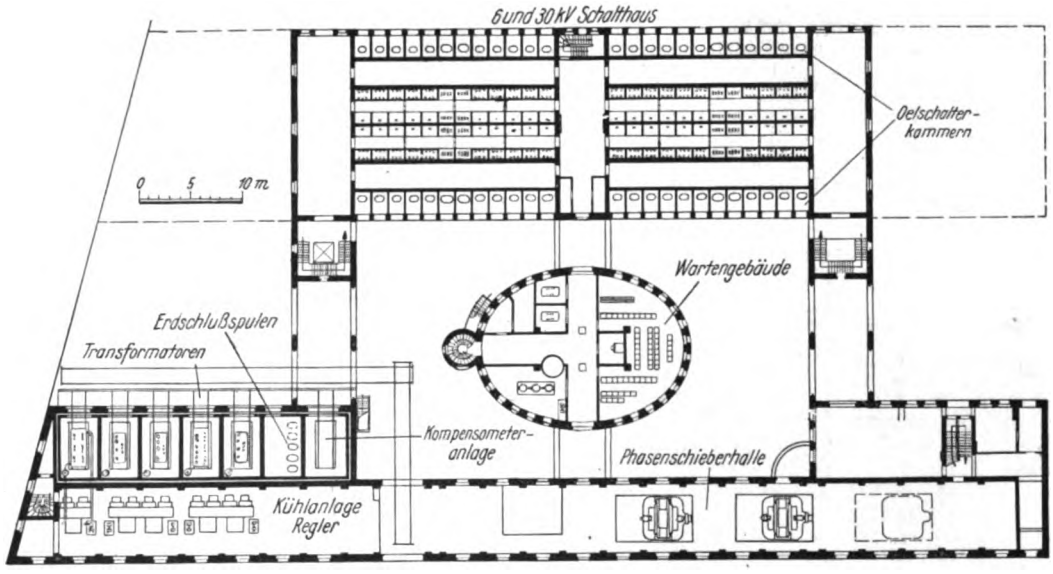


Abb. 12. 30/6 kV-Abspannwerk Humboldt, 62 500 kVA.

Das erste Großkraftwerk in Berlin war das 1925/26 erbaute Kraftwerk Klingenberg. Bemerkenswert hinsichtlich des Schaltanlagenbaues ist das 30 kV-Haus, weil hier zum ersten Male in Berlin die Phasentrennung durchgeführt wurde. Dadurch ist die Anlage zwar besonders betriebsicher, jedoch hat sich gezeigt, daß der Gewinn an Betriebsicherheit nicht den Aufwand an Kosten rechtfertigt, so daß diese Anlage die einzige bei der BEWAG mit Phasentrennung geblieben ist.

Die Schaltanlage des zweiten Großkraftwerkes der BEWAG, nämlich des im Jahre 1930 erbauten Kraftwerks West, zeigt die Abb. 9. Zur Ersparnis von Baulänge und recht vorgelagerten Anbau untergebracht sind. Auf diese Weise konnte erreicht werden, daß jedem der beiden unter einem Ölschalter liegenden Kabel eine Drosselspule zugeordnet werden konnte, während im Kraftwerk Klingenberg je zwei Kabel nur eine gemeinsame Drosselspule besitzen. Der zweite Ausbau des Kraftwerks West wurde erstmalig mit Expansionsschaltern ausgerüstet. Unter Ausnutzung der vorhandenen Zellenteilung konnte hierdurch sogar jedes Kabel einen eigenen Leistungsschalter erhalten.

Als die Berliner Stadt- und Ringbahn im Jahre 1926 elektrisiert und die Elektrowerke an der Hälfte der Strom-

Digitized by Google

lieferung beteiligt wurden, wurde der Bau eines der Bahnbelieferung dienenden 100/30 kV-Abspannwerkes auf dem Gelände des Kraftwerkes Charlottenburg erforderlich. Dieses Werk nimmt insofern unter allen BEWAG-Anlagen eine Sonderstellung ein, als es eine Dreifach-Sammelschiene für 100 kV besitzt, um unabhängig von der Stromlieferung an die Deutsche Reichsbahn und ohne Benutzung der Reserveschiene ins BEWAG-Netz speisen zu können. Die Anlage bedeutet in bezug auf die Gesamtanordnung einen wesentlichen Fortschritt gegenüber den alten 100 kV-Anlagen in Moabit und Rummelsburg.

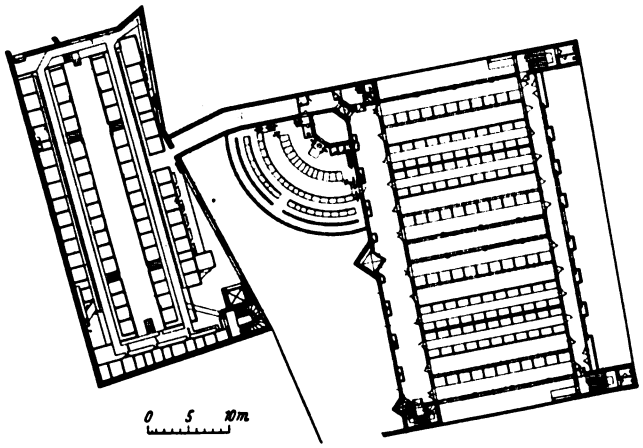


Abb. 13. 30/6 kV-Abspannwerk Mauerstraße, 87 500 kVA.

Erwähnenswert ist noch eine zweite neue 100 kV-Schaltanlage im Kraftwerk Moabit, die durch die Erweiterung des Fernstrombezuges für die Stadt im Jahre 1928 erforderlich wurde (Abb. 10). Die gefällige, die Aussicht nicht behindernde Eisenkonstruktion muß als besonders beachtenswert hervorgehoben werden. Diese Anlage und die 30 kV-Anlage des Umspannwerkes Uklei sind die einzigen Freiluftanlagen der BEWAG.

Die andere bedeutende Gruppe von Großschaltanlagen dieses Zeitabschnittes sind die ganz nach heutigen Gesichtspunkten gebauten 30 kV- und 6 kV-Anlagen der 30/6 kV-Abspannwerke der Innenstadt. Im Gegensatz zu den Schaltanlagen der Kraftwerke, wo meist genügend Platz zur Verfügung stand, war die Gesamtdisposition dieser Werke vielfach durch die in der Stadt sehr beschränkte Grundstücksfläche stark beeinflußt.

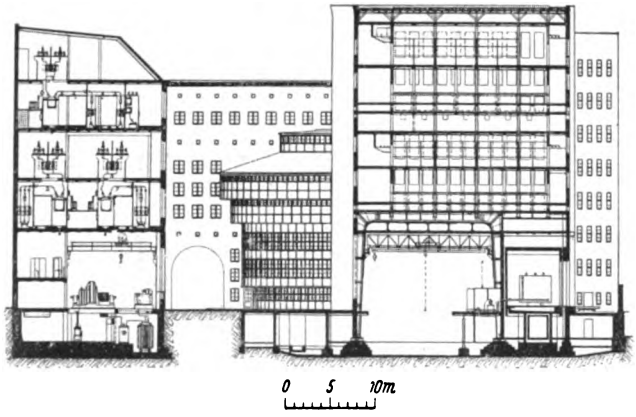


Abb. 14. 30/6 kV-Abspannwerk Mauerstraße, 87 500 kVA (Querschnitt).

Eines der ersten dieser Werke aus dem Jahre 1925 ist das Werk Humboldt (Abb. 11). Es hatte freie Ausdehnungsmöglichkeit. Die vollkommen neuen Konstruktionsgesichtspunkte, die in erster Linie von den Herren Dir. Dr. Rehmer, Chefelektriker Dr. Rühle sowie Baurat Müller aufgestellt wurden, konnten deswegen an dieser Stelle besonders typisch zur Entfaltung gebracht werden. Der Bauweise dieser Werke ist es zu verdanken, wenn heute die Berliner Stromversorgung eine der sichersten der ganzen Welt ist. Das Verdienst der Schöpfer dieser Bauten kann nicht dadurch geschmälert werden, wenn es in späteren Jahren auf Grund reicher Bauerfahrungen gelang, den gleichen Zweck mit etwas geringerem Aufwand zu erreichen.

Der Grundriß des Werkes Humboldt (Abb. 12) zeigt eine Dreiteilung, nämlich in ein 6- und 30 kV-Schalthaus, in ein Wartengebäude und in ein Haus für die Phasenschieber, Transformatoren und die Werkstatt. Durch mehrere Übergänge stehen die drei Häuser in Verbindung. Die 30 kV-Anlage ist in zwei Stockwerken, der 6 kV-Teil zweireihig und, bedingt durch die vielen 6 kV-Drosselspulen, in drei Stockwerken untergebracht. Der 30 kV-Schaltraum befindet sich in dem nach oben verjüngten Teil des Schalthauses. Maßgebend für diese Anordnung war der geringe Kabelaufwand für die im Verhältnis zu den 6 kV-Kabeln wenigen 30 kV-Kabel.

Das größte und gleichzeitig unter den beschränktesten Raumverhältnissen errichtete Abspannwerk ist das Werk Mauerstraße mit einer gesamten Transformatorenleistung von 87 500 kVA, das der Versorgung der wichtigsten Innenstadt von Berlin dient. Der Bau ist um so bemerkenswerter, als er gleichzeitig noch ein Umformwerk mit einer Leistung von rd. 20 000 kW für die Licht- und Bahnversorgung enthält (Abb. 13 u. 14). Das Werk wurde in zwei Bauabschnitten in den Jahren 1926 und 1928 errichtet. Der südliche spätere Bau besitzt die Höhe eines acht Stockwerke hohen Hauses. Architektonisch gut gelöst und für den Betrieb unter den gegebenen Grundstücksverhältnissen

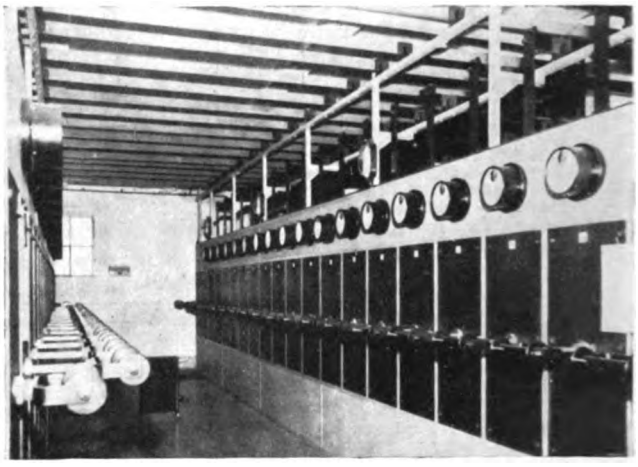


Abb. 15. Umformwerk Neue Grünstraße 1928, Lichtverteilung.

recht zweckmäßig angeordnet ist das Wartengebäude. Der grundsätzliche Aufbau der Schaltanlage selbst ist ähnlich dem in Humboldt.

An dieser Stelle ist es leider nicht möglich, die übrigen Anlagen zu erwähnen und auf die sehr interessanten Einzelheiten, wie den Einbau und die Kühlung der Transformatoren, die Unterbringung der Drosselspulen und Petersen-Spulen, die Schalter mit ihren Antrieben, die ferngesteuerten Trennschalter mit ihren Signalkontakten, die Wandler, die Entqualmung und Entlüftung, die Warte mit ihrem Eigenbedarf sowie die besonderen Schutzmaßnahmen für das Personal einzugehen, obwohl gerade auch in diesen Einzelfragen häufig gänzlich neuartige Wege beschritten wurden. Dagegen sollen noch kurz die Unterwerke und die Verteilungsstationen gestreift werden, die durch das schnelle Anwachsen des Strombedarfs in den Jahren 1924 bis 1930 bedingt waren.

Die Leistung des Gleichstromnetzes wurde in diesem Zeitraum durch Aufstellung zahlreicher rotierender Umformer um rd. 120 000 kW erhöht. Diese gewaltige Leistungszunahme machte auch den Bau zahlreicher Schaltanlagen auf der Hoch- und Niederspannungsseite der Umformwerke erforderlich. Die Durchführung der Erweiterungsbauten bereitete infolge Platzmangels in den meisten der in der Innenstadt gelegenen Umformwerke große Schwierigkeiten. An der schon früher gebräuchlichen Gesamtanordnung, nämlich die Gleichstromschaltanlage und die Transformatoren im Keller aufzustellen, darüber im

Digitized by Google

Erdgeschoß die Umformer mit der Warte und in den oberen Stockwerken die 6 kV-Anlage und die Batterien, wurde im allgemeinen nichts geändert. Die 6 kV-Schaltanlage ist manchmal auch im Keller oder Erdgeschoß untergebracht.

Die teils auf das Gleichstrom-Licht- und Kraftnetz, teils auf das Bahnnetz arbeitenden Umformwerke sind zum überwiegenden Teil mit Einankerumformern, zu einem kleinen Teil mit Kaskadenumformern und Synchron- und Asynchron-Motorgeneratoren ausgerüstet. Die Leistung der einzelnen Umformer schwankt zwischen 700 und 3000 kW. Kaskadenumformer und Motorgeneratoren sind unmittelbar, die Einankerumformer über die Transformatoren an die 6 kV-Schiene geschaltet. Die Gleichstrom-Sammelschienen sind Einfachschienen mit je einer Schiene für ± 220 V und Null für Licht- und Kraft-, und mit je einer Schiene für + 550 V und Null für Bahnbetrieb.

Je nach ihrer Wichtigkeit für die Stromversorgung sind die abgehenden Gleichstromkabel in Gruppen zusammengefaßt, deren wichtigste für das sogenannte rote Netz durch unmittelbaren Anschluß an die Batterie des Umformwerkes nur bei allerschwersten Störungen außer Betrieb kommen kann. Die Gruppen können durch 15 000 A-Kupplungsselbstschalter verbunden werden. Eine Vorstellung von den neuzeitlichen Schaltanlagen in den Umformwerken vermittelt z. B. die Abb. 15.

Abb. 16. Stützpunkt Karlsbad.

Die Hochspannungs-Schaltanlagen wurden ebenfalls in den meisten Werken erneuert bzw. vollkommen umgebaut. Dabei wurde die Gruppenschaltung und in vielen Fällen auch die Doppelsammelschiene eingeführt. In einigen Werken wurde der Umbau nach der für Stützpunkte üblichen Bauart durchgeführt, in der Mehrzahl der Fälle wurde jedoch die Schaltwagenbauweise beibehalten. Die Abmessungen dieser Schaltwagen wurden gegenüber der alten Konstruktion erheblich vergrößert.

Vom Jahre 1927 ab wurde eine Erweiterung der Umformwerke nicht mehr vorgenommen, da der Zuwachs an Last auf Drehstrom übernommen werden soll. Lediglich für die Versorgung der Straßenbahnen in den Außenbezirken wurden neue Betriebsmittel eingebaut, und zwar meist Gleichrichter. Der Bau dieser Gleichrichterstationen weicht jedoch nicht so erheblich von der üblichen Bauweise solcher Stationen ab, als daß bei der hier gebotenen Kürze darauf näher eingegangen werden müßte. Erwähnt werden sollen dagegen die Stützpunktanlagen, durch die die Verteilung des von den 30/6 kV-Abspannwerken gelieferten 6 kV-Stromes an die einzelnen Netz- und Übergabestationen bewirkt wird.

In Gebieten, in denen genügend Raum zur Verfügung steht, wurden diese Stützpunkte in offener und im Vergleich zu den Großschaltanlagen stark vereinfachter Bauweise errichtet. Sie sind je nach den räumlichen Verhältnissen in einem oder mehreren Geschossen untergebracht (Abb. 16). Sie besitzen Gruppenunterteilung und eine Hilfssammelschiene, an die ein Reservekabel angreift, das bei Schäden an einem 6 kV-Gruppenkabel selbsttätig durch einen Kuppelschalter auf die gestörte Gruppe übergeschaltet wird. Drosselspulen sind in Stützpunkten nicht eingebaut. Da die Stützpunkte keine ständige Bedienung haben, wurde bei ihnen auf eine Warte verzichtet. Mit dem

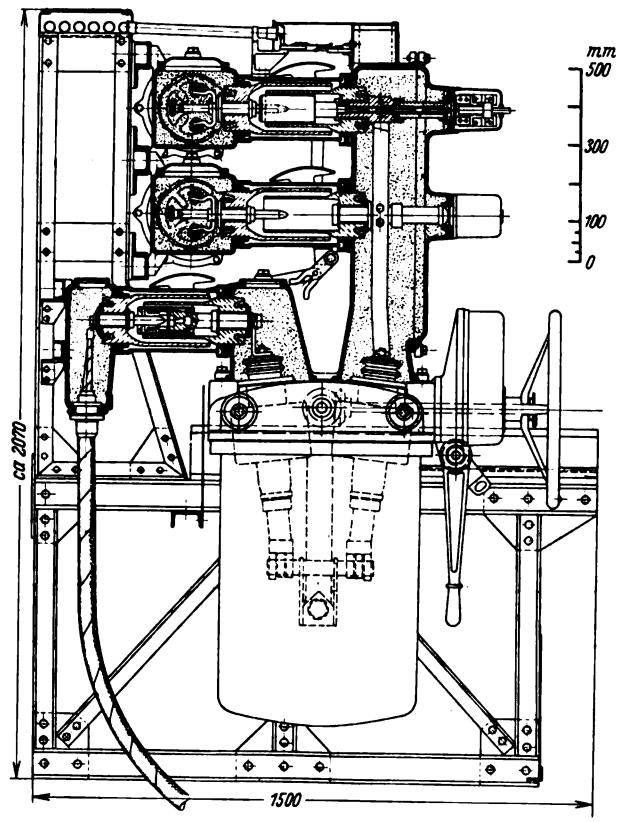


Abb. 17. Gekapseltes Schaltmaterial, 6000 V, Bauart BEWAG.

Fehlen der Warte entfällt auch die Notwendigkeit für die Fernsteuerung der Schalter. Die Ölschalter sind nicht hängend, jedoch in einem von den Sammelschienen getrennten Raum eingebaut.

Für Stellen der Innenstadt, an denen Platzmangel bzw. hohe Grundstückspreise oder Mieten äußerste Raumersparnis bedingen, entwickelte die BEWAG in Zusammenarbeit mit mehreren Elektrofirmen eine Einheitskonstruk-

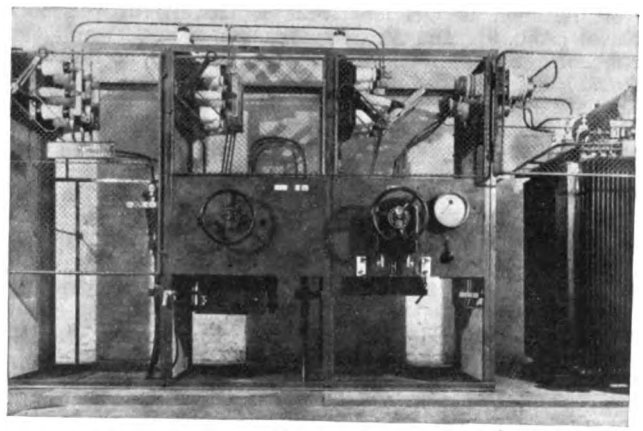


Abb. 18. Inneres einer Netzstation.

tion für gußgekapseltes 6 kV-Schaltmaterial, das besonders für den Bau von Stützpunkten geeignet ist. Den Aufbau dieser Konstruktion läßt Abb. 17 erkennen.

Von den 6 kV-Stützpunkten werden die Netzstationen 6/0,38 bzw. 0,22 kV (Abb. 18) und die 6 kV-Übergabestatio-

Digitized by Google

nen über Ringkabel gespeist. Sie sind bedienungslose, in der Regel oberirdische, zum Teil aber auch unterirdische Stationen. Das 6 kV-Kabel ist in der Station über Trennschalter bzw. Öltrennschalter ein- und ausgeführt, der Umspanner ist über 6 kV-Ölschalter an das Hochspannungskabel angeschlossen. Niederspannungsseitig arbeiten die Netzstationen auf ein teilweise vermaschtes Niederspannungsnetz, so daß bei Ausfall einer oder mehrerer Stationen die übrigen in bekannter Weise die Last übernehmen.

Ganz ähnlich den Netzstationen sind die sogenannten Übergabestationen ausgeführt, in denen Hochspannungsabnehmern der 6 kV-Strom übergeben wird.

F. Von der Einführung des Zweispannungsnetzes ab (seit 1930).

Die Entwicklung des Schaltanlagenbaues in den Jahren 1924 bis 1930 war in erster Linie durch die Rücksichtnahme auf folgende zwei Forderungen bedingt. Erstens mußte man in kürzester Zeit eine große Zahl leistungsfähiger Werke schaffen, und zweitens mußte der Begriff „Betriebssicherheit" wieder in den Vordergrund gerückt werden. Als von 1930 an die Last nicht mehr stieg, zum Teil sogar fiel, konnte man erst richtig die bisherigen Maßnahmen überprüfen und besonders nach der wirtschaftlichen Seite durchdenken. Auf Grund dieser Untersuchungen wurden zwei Verbesserungen bei der BEWAG geplant bzw. eingeführt, die sich erst nach längerer Zeit voll auswirken werden.

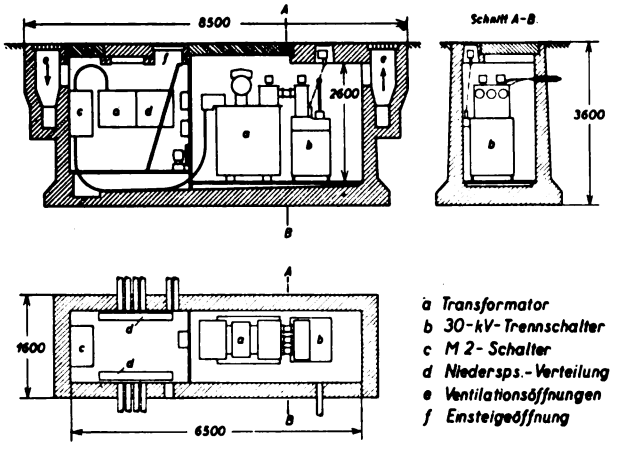


Abb. 19. Unterpflaster-Netzstation, 250 kVA, 30/0,22 kV.

Man vermaschte die Niederspannungsnetze, besonders in den Gebieten hoher Verbrauchsdichte, und speiste die Netzstationen unmittelbar vom Kraftwerk über 30 kV-Kabel (Abb. 9). Die Zwischenspannung von 6 kV mit den zugehörigen großen und mittleren Schaltanlagen ließ man fort. Die Folge davon wird in Zukunft sein, daß neue Großschaltanlagen kaum noch gebaut werden, sondern daß bei Lastanstieg nur noch sogenannte Zweispannungs-Netzstationen entsprechend Abb. 19 errichtet werden. Nähere Einzelheiten brauchen über diese Neuerungen hier nicht angegeben zu werden, da bereits oft in der letzten Zeit darüber berichtet wurde.

In den Gebieten mit geringer Verbrauchsdichte, also hauptsächlich in den Außenbezirken, in denen es wirtschaftlich vorteilhafter ist, das Dreispannungsnetz beizubehalten, wurde eine vereinfachte Ausführungsart der 30/6 kV-Abspannwerke entwickelt, nämlich die sogenannten Kleinabspannwerke. Diese Werke haben eine Leistung zwischen 1000 und 25 000 kVA bei einer Transformatoren-Einzelleistung von höchstens 8000 kVA und werden unterhalb einer gewissen Leistung ohne ständige Bedienung betrieben. Sie besitzen keine 30 kV-Sammelschiene, sondern die einzelnen Transformatoren sind über je ein 30 kV-Kabel an verschiedene Gruppen eines Kraftwerkes angeschlossen. 6 kV-seitig hat, wie bei den großen Abspannwerken, jeder Transformator eine eigene Gruppensammelschiene, die durch Reaktanzen mit den Nachbargruppen verbunden ist. Netzstationen und Hochspannungsabnehmerstationen werden im allgemeinen unmittelbar von dem Kleinabspannwerk, also ohne Zwischenschaltung eines Stützpunktes gespeist, nur für sehr weit entfernte Abnehmer wird gelegentlich wieder ein Stützpunkt benutzt.

Durch die Einführung der Netzvermaschung auf der Niederspannungsseite und durch die Überlagerung des Zweispannungsnetzes in den Gebieten hoher Verbrauchsdichte und die Errichtung von Kleinabspannwerken in solchen niedriger Verbrauchsdichte wird der Schaltanlagenbau der BEWAG in der Zukunft vor einige wesentlich andere Aufgaben gestellt als bisher. Kam es früher darauf an, wenige, aber sehr leistungsfähige Anlagen zu schaffen und diese jedesmal den besonderen Verhältnissen anzupassen, so werden in Zukunft in erster Linie sehr viele bis in die letzten Einzelheiten vollkommen genormte Kleinschaltanlagen zu schaffen sein. Wenn der Schaltanlagenbau diese Aufgabe gelöst haben wird, dann wird er auch seinen Teil dazu beigetragen haben, die Fortleitungskosten so weit zu senken, wie es die zentrale Elektrizitätserzeugung im Wettbewerb mit der Einzelerzeugung fordert.

Schiffshebewerk Rothensee.

Das Schiffshebewerk Rothensee, über das wir später noch ausführlicher berichten werden, vermittelt den Abstieg des Mittellandkanals zur Elbe in Richtung Magdeburg; es wird als Zweischwimmer-Hebewerk ausgeführt. Der Trog ist an den beiden Enden durch Hubtore verschlossen und befördert die Schiffe von der oberen bis zur unteren Haltung bzw. umgekehrt. Die Dammabschlußmauer an der oberen Haltung und die Trogbrücke werden durch eine Kanalbrücke verbunden. Die größte Hubhöhe des Troges beträgt 18,67 m, die Wassertiefe im Trog 2,5 m, die nutzbare Länge des Troges 85 m und die lichte Breite 12 m. Zu dem bewegten System gehören außer der Trogbrücke noch die zwei Schwimmer und die Gerüste zwischen Trog und Schwimmer. Für die zwei Schwimmer ist je ein Schacht vorgesehen. Die Schwimmerschächte haben 11 m Dmr., die Schwimmer einen Durchmesser von 10 m. Die Schachttiefe beträgt etwa 72 m unter dem alten Gelände.

Der Trog wird zwischen vier paarweise angeordneten Führungsgerüsten bewegt, die etwa 14 m von den Haltungen entfernt liegen. Jedes Führungsgerüst trägt eine Spindel. Die Spindeln sind beim Schiffshebewerk Rothensee feststehend und selbstsperrend. Die Muttern, die sich auf den Troggerüsten des Troges befinden, sind drehbar. Um eine Schiefstellung des Troges zu vermeiden, sind die Winden der vier Muttern durch Wellen untereinander starr gekuppelt. Jede Mutter hat zwei Windwerke, die mit je einem Motor unmittelbar gekuppelt sind. Die Motoren haben je eine Leistung von 60 PS, 440 V Ankerspannung, 220 V Feldspannung, 700 U/min, 25 % ED und geschlossene Ausführung. Für die Bewegung des Troges sind also acht Motoren vorgesehen. Die Trogmotoren werden in Leonardschaltung mit Dämpfungs- und Kompensationsmaschine gesteuert. Hierdurch bewirkt man eine sanfte Beschleunigung und Verzögerung. Der Leonardumformer mit den erforderlichen Schaltgeräten wird auf dem Trog aufgebaut. Außerdem werden noch weitere Antriebe auf dem Trog aufgestellt, z. B. die beiden Kompressoren, die zwei Trogtorantriebe, die Antriebe für Dichtungsrahmen und Trogverriegelung. Um die Schiffe in den Trog hinein- und aus dem Trog herausziehen zu können, werden an den Enden des Troges je zwei Spille aufgestellt.

Der Strom zu dem Trog wird über Schleifleitungen und Stromabnehmer, die an einer Führungsstütze aufgebaut werden, auf die einzelnen Motoren verteilt. An den beiden Enden des Troges sind Bedienungsstände aufgestellt, von denen aus sämtliche Motoren für die Antriebe auf dem Trog geschaltet werden. An den oberen und unteren Haltungen werden nur die Antriebe für die Haltungstore und die Spaltfüllungs- und Entleerungsantriebe aufgestellt. Das Haltungstor der unteren Haltung ist in ein bewegliches Schildschütz eingebaut, so daß die Durchfahrtsöffnung dem jeweiligen Wasserstand im Unterhafen angepaßt werden kann. Sämtliche Motoren, außer den Trogmotoren, sind für Drehstrom 380 V ausgelegt. Die elektrische Ausrüstung wird in gemeinschaftlicher Arbeit von zwei Großfirmen der Elektrotechnik hergestellt. *f.*

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Isolatorüberschlag in Luft. — Der Überschlag über Isolatoroberflächen in Luft ist seit den grundlegenden Untersuchungen von W. Weicker[1]) ein vielbehandelter Gegenstand insbesondere deutscher Forscher gewesen, wobei auch die Ursachen der u. U. bedeutenden Erniedrigung der Durchbruchsspannung einer Funkenstrecke zwischen planparallelen Elektroden geklärt worden sind, wenn in das homogene Feld zwischen solchen Elektroden ein gerader Zylinder aus Isolierstoff mit seiner Achse parallel zur Feldrichtung eingebracht wird. Maxstadt faßt die Ergebnisse der zahlreichen, mit dieser Versuchsanordnung angestellten Versuche in einer Betrachtung über den Isolatorüberschlag in Luft zusammen, die den wesentlichen Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Überschlagfestigkeit der meisten Isolierstoffe erkennen lassen und die neuerdings im Hochspannungslaboratorium des California Institute of Technology wiederum ihre Bestätigung gefunden haben. Eine genaue Abschätzung des Einflusses der Luftfeuchtigkeit auf die Überschlagfestigkeit ist wegen der vielen, bei derartigen Versuchen in Betracht kommenden verschiedenartigen Versuchsbedingungen nicht möglich. Die Rauhigkeit der Isolatoroberfläche scheint — wie übrigens auch schon Schwaiger[2]) festgestellt hat — keinen wesentlichen Einfluß auf die Trockenüberschlagspannung des Isolierkörpers auszuüben, und auch die sonstige Oberflächenbeschaffenheit desselben, wie Fettigkeit und Saugvermögen, beeinflußt den Trockenüberschlag im Bereiche der relativen Luftfeuchtigkeit von 0 bis 100 % solange nur geringfügig, als keine Niederschlagtropfen oder eine Wasserhaut auf der Isolatoroberfläche und den Elektroden auftreten. Die Begriffe des „Oberflächenwiderstandes" und des „Kriechweges", die für nasse, verschmutzte und mit Salzniederschlägen bedeckte Isolatoren als Maß der Überschlagfestigkeit von besonderer Bedeutung sind, spielen beim „Trockenüberschlag" keine Rolle. Mit zunehmender freier Länge des Überschlagweges nimmt die Überschlagfestigkeit auch im homogenen Feld stark ab, wogegen der Durchmesser der Prüfstücke keinen Einfluß hat, außer daß bei sehr dünnen Stäben eine etwas höhere Überschlagspannung als bei solchen mit größerem Querschnitt festzustellen ist. Die übliche Umrechnung der Überschlagspannungen auf solche bei anderen Temperaturen und Luftdrücken mit Hilfe der Umrechnungszahl $\delta = \frac{3{,}92\,b}{273 + t}$ setzt voraus, daß sich die Überschlagspannung mit der Temperatur t und dem Luftdruck b in linearem Verhältnis ändert. Die Untersuchungen haben ergeben, daß diese Änderungen indessen selbst für den Durchschlag der freien Luftstrecke, geschweige denn für den Überschlag über Isolatoroberflächen nicht linear verlaufen, so daß es im allgemeinen nicht empfehlenswert ist, die Überschlagspannung auf den sogenannten Normalzustand umzurechnen. Aus diesem Grunde wird es ja auch bei einer Neuausgabe der „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren usw." nach dem Vorschlag der zuständigen VDE-Kommission als erwünscht bezeichnet werden, die Messungen der Überschlagspannung an Isolatoren bei einer bestimmten relativen Luftfeuchtigkeit (etwa 40 bis 60 %) auszuführen und den jeweiligen Feuchtigkeitswert und die Temperatur anzugeben.

Daß die physikalischen Erscheinungen des Isolatorüberschlages aus dem Durchschlag einer dünnen, an der Oberfläche des Isolators adsorbierten, mit Wassermolekülen angereicherten elektrolytischen Gasschicht zu erklären sind, haben bereits die deutschen Forscher erkannt. Der durch diese Gasschicht fließende Strom verursacht örtliche Erwärmungen und heftige Verdampfungen in aufeinander folgenden Oberflächenteilen hohen und geringeren Widerstandes, von denen aus sich der Überschlag über die ganze Oberfläche ausbreitet. Eine ungenügend innige Verbindung zwischen dem Isolatorkörper und seinen Elektroden kann natürlich auch dünne Luftzwischenräume bedingen, in denen die Korona- oder Funkenentladung beginnt und den Überschlag bei niedrigerer Spannung einleitet als der Durchschlagspannung der Luftstrecke zwischen den Elektroden entspricht.

Der Vergleich der in der Literatur in großer Menge vorhandenen Werte der Überschlagfestigkeiten von Isolatoren der verschiedensten Formen und Ausführungen bestätigt die bei uns längst bekannte Tatsache, daß, abgesehen von Durchführungsisolatoren, die sich anders verhalten, alle Isolatoren gleicher Isolationslänge auch annähernd die gleiche Überschlagsfestigkeit haben, die sich mit der Vergrößerung der Isolationslänge indessen verringert, wie dies bereits von der einfachen Anordnung des geraden Zylinders aus beliebigem Isolierstoff im homogenen Feld zwischen plattenförmigen Elektroden bekannt ist.

Es ist erfreulich, feststellen zu können, daß durch die Veröffentlichung von Maxstadt auch einmal in der amerikanischen Literatur die Ergebnisse deutscher Forschungsarbeiten neben denen anderer, ausländischer Forscher der Berücksichtigung wert gefunden werden! (F. W. Maxstadt, Electr. Engng. Bd. 53, S. 1062.) *O. N.*

Die Bedeutung des Öldrucks im Kabel für die Isolationsfestigkeit. — Zu obigem Bericht, der in H. 15 der ETZ d. J. auf S. 441 veröffentlicht wurde, sei, um Mißverständnisse auszuschließen, noch eine Erläuterung nachgetragen. Die beiden Zahlentafeln beziehen sich auf je einen Dauerversuch, bei dem die Spannung stufenweise nach gewissen Zeiträumen gesteigert wurde (einige Beanspruchungen und Einwirkungsdauern sind angegeben). Nachzutragen ist weiter, daß im 1. Fall die Versuchsdauer insgesamt 1645 h, im 2. Fall 1393,4 h betrug. *Eg.*

Elektromaschinenbau.

Das Stromdiagramm der Asynchronmaschine. — Das bekannte Ortsdiagramm der Ströme der Asynchronmaschine kann in verschiedener Weise abgeleitet werden. Die bekannten Ableitungen sind aber entweder ziemlich umständlich oder weniger genau. Es wird nun eine neue Ableitung angegeben, die einfacher und doch ebenso genau ist wie die bisher bekannten. Sie beruht darauf, daß der Strom in der Primärwicklung zerlegt werden kann in den schon bei Leerlauf fließenden und den bei Belastung hinzukommenden Anteil, und daß der letztere mit dem Strom in der Sekundärwicklung linear zusammenhängt. Aus der neuen Ableitung folgt eine neue besonders einfache Bestimmung des Kreismittelpunktes aus dem Leerlauf- und Kurzschlußversuch. Der Einfluß des Hysteresissprunges und der Krümmung der Kurzschlußkennlinie auf die experimentelle Ermittlung des Stromdiagramms wird erörtert.

Der zweite Teil der Arbeit behandelt die Ermittlung der Drehmoment-Nullinie. Alle bekannten Verfahren verlangen dazu eine nur durch Schätzung oder, besser gesagt, durch willkürliche Annahme mögliche Aufteilung der Gesamtstreuung in Ständerstreuung und Läuferstreuung. Es wird gezeigt, daß diese Willkür auf die Lage der Drehmoment-Nullinie gar keinen Einfluß hat, und daß es daher zulässig ist, irgendeine besondere Aufteilung zu wählen, z. B. die Ständerstreuung gleich Null zu setzen. Gerade diese Annahme bringt dann einige bemerkenswerte Vereinfachungen im Stromdiagramm. Insbesondere ist damit eine Bestimmung des Übersetzungsverhältnisses $\ddot{u}$ aus einem einzigen Versuch (Speisung der Primärwicklung mit U_1, Spannung an der offenen Sekundärwicklung U_{20}; $\ddot{u} = U_1 : U_{20}$) möglich, während man bisher auch den umgekehrten Versuch für notwendig hielt. Ferner erscheint im Stromdiagramm der auf die primäre Windungszahl umgerechnete Sekundärstrom in demselben Maßstab wie der Primärstrom, während bisher ein anderer Maßstab für erforderlich gehalten wurde. — An einem Zahlenbeispiel wird die Anwendung des neuen Verfahrens gezeigt. (K. Humburg u. H. Voigt, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 5, S. 333.)

[1]) W. Weicker, Dissertation Berlin 1910.
[2]) Schwaiger, Elektr. Festigkeitslehre.

Digitized by Google

Die Gegenimpedanz und der zweipolige Kurzschlußstrom der wirkwiderstandslosen synchronen Vollpolmaschine. — Die zweipolig kurzgeschlossene synchrone Vollpolmaschine wird durch eine Kaskade unendlich vieler in Reihe geschalteter dreiphasiger Synchronmaschinen ersetzt, die symmetrisch belastet sind. Mit Hilfe dieser Kaskade werden nach dem Verfahren des Rechnens mit symmetrischen Komponenten die Gegenimpedanz sowie Effektivwert und die einzelnen Harmonischen des Ständerstromes bestimmt. Zum Schluß wird ein Vergleich der gerechneten und der aus einem Oszillogramm bestimmten Werte der einzelnen Stromharmonischen gegeben. (A. Pfeiffer, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 5, S. 345.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 375[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Systeme von Elektrizitätszählern zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen. Systeme $\overline{176}$, $\overline{177}$, $\overline{178}$ und $\overline{179}$ die Formen W 6, ZW 6, W 9, W 9 N 2, W 16, ZW 16, D 11, ZD 13, D 12, ZD 12, Induktionszähler für ein- bzw. mehrphasigen Wechselstrom, hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft** in Nürnberg.

Berlin-Charlottenburg, den 28. Januar 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

In Vertretung: Kösters."

Beschreibung[2]).

Den bisher unter den Systemnummern $\overline{120}$, $\overline{130}$, $\overline{139}$, $\overline{148}$ zur Beglaubigung zugelassenen Zählerformen werden auf Grund der Bekanntmachung Nr. 367[3]) die neuen Systemnummern $\overline{176}$, $\overline{177}$, $\overline{178}$ und $\overline{179}$ zuerteilt.

Billige Kompensationseinrichtung zur vergleichenden Spannungswandlerprüfung bei großer Empfindlichkeit. — Im Meßtechnischen Laboratorium der T. H. Hannover wurde eine Schaltung zur vergleichenden Spannungswandlerprüfung entwickelt (Abb. 1), die in den Mitteln zur Erzeugung der Kompensationsspannungen neu sein dürfte. Die Primärwicklungen des Prüfwandlers P und des Normalwandlers N werden in Parallelschaltung von der Oberspannung erregt. In der Gegenschaltung der beiden Sekundärwicklungen entsteht infolge der Wandlerfehler eine Differenzspannung, welche unter Benutzung eines Vibrationsgalvanometers als Nullstromzeiger durch zwei aufeinander senkrechte und meßbar veränderliche, dem Hilfstransformator H entnommene Zusatzspannungen derart kompensiert wird, daß Spannungs- und Winkelfehler an zwei Schleifdrähten unmittelbar ablesbar sind. Bemerkenswert dürfte die nur aus Papierkondensatoren und Widerständen bestehende 90 °-Schaltung sein.

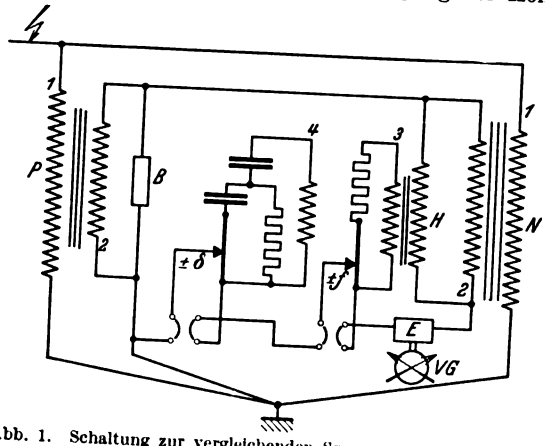


Abb. 1. Schaltung zur vergleichenden Spannungswandlerprüfung.

In der Arbeit werden die Bedingungen für die 90 °-Lage, der Einfluß von Fehlern der Kompensationsspannungen, deren Frequenz- und Spannungsabhängigkeit und schließlich die Daten einer Versuchsausführung näher besprochen. Die Empfindlichkeit der Schaltung läßt sich durch einen Regler den jeweiligen Anforderungen anpassen. Die einfache und billige Prüfeinrichtung hat sich bestens bewährt. (A. Berghahn u. H. Janßen, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 5, S. 356.)

Gerät zur Messung von Korrosionsströmen in Kabelmänteln und Rohrleitungen. — Bei den weitverzweigten Straßenbahnnetzen der Großstädte läßt es sich nicht vermeiden, daß Kabel und Rohrleitungen in der Nähe der Gleisanlagen verlegt werden oder die Schienenstränge kreuzen. In solchen Fällen besteht die Gefahr der elektrolytischen Korrosion, da Ströme aus den Gleisen in die Kabel- oder Rohrleitungsanlagen ein- und an anderen Stellen wieder austreten können. Zur Bekämpfung der Korrosion und zur Auffindung der Stromaustrittstellen, an denen die Zerstörung stattfindet, ist es wichtig, auf einfache Art und Weise feststellen zu können, ob in den Kabelmänteln derartige vagabundierende Ströme fließen und welche Richtung sie haben. Die hierzu bisher benutzten Kompensationsverfahren sind, da eine Beseitigung der Kabelbedeckung und Bewehrung erforderlich ist, umständlich und zeitraubend und, wenn schnelle Richtungsänderungen der Ströme vorkommen, oft sogar nicht anwendbar.

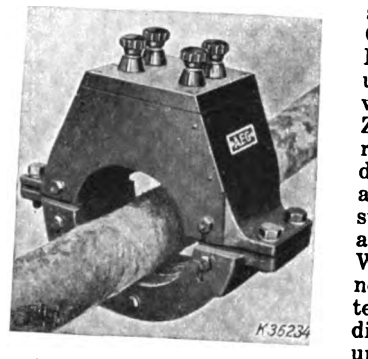


Abb. 2. Korrosionsstrom-Meßwandler.

Eine neue Einrichtung gestattet eine transformatorische Messung dieser Mantelströme nach Größe und Richtung, wobei es nicht mehr nötig ist, die Kabelmäntel oder Rohre von der Bedeckung zu befreien.

Die Meßeinrichtung arbeitet nach dem Frequenzvervielfachungsverfahren[1]). Durch eine Hilfs-Wechselspannungsquelle werden in zwei geteilten ringförmigen Eisenkernen (Abb. 2), die um das Kabel herumgelegt und zusammengeschraubt werden, entgegengesetzt verlaufende Wechselflüsse erzeugt (Abb. 3). Durch die Gleichstrommagnetisierung, die der zu messende Mantelstrom hervorruft, werden die Wechselflüsse verzerrt. Die in den Sekundärwicklungen W_1 und W_2 erzeugten Grundwellenspannungen heben sich auf, die Oberwellen (zweite Harmonische) aber ergeben einen Strom im Instrument M, der ungefähr proportional dem zu messenden Gleichstrom ist. Um die Richtung des

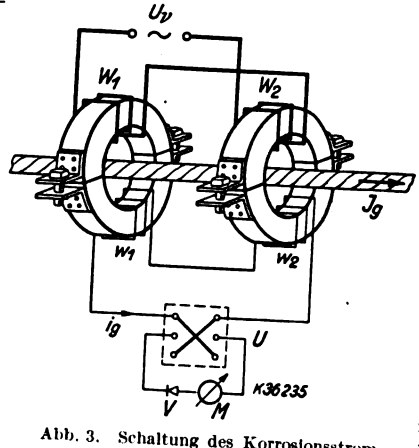


Abb. 3. Schaltung des Korrosionsstrom-Meßwandlers.

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 67.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 375. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Berlin.
[3]) ETZ 56 (1935) H. 12, S. 349.

[1]) Rottsieper, Arch. techn. Messen Aug. 1933.

Digitized by Google

Mantelstromes sofort ablesen zu können, wird der „Gleichstromwandler" über eine weitere, im Schema nicht gezeichnete Wicklung mit Gleichstrom so vormagnetisiert, daß das Instrument bis zur Skalenmitte ausschlägt. Je nach der Richtung des zu messenden Stromes I_g wird die Gleichstrommagnetisierung verstärkt oder geschwächt, so daß das Instrument nach der einen oder anderen Seite zeigt.

Die Hilfs-Wechselstromerregung wird über einen Pendelunterbrecher aus einer Batterie entnommen, die auch die Gleichstrom-Hilfserregung liefert.

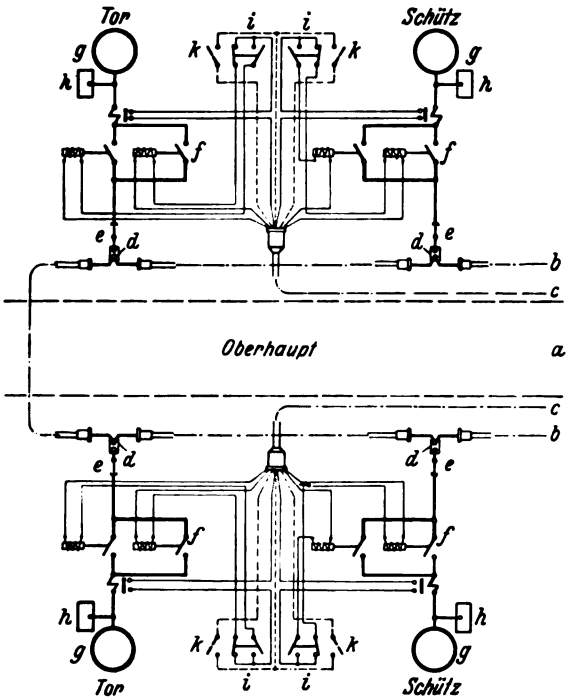
Das Gerät kann auch dazu benutzt werden, um ein zu reparierendes Kabel aus einem Bündel von Kabeln sicher herauszusuchen, indem man durch einen Leiter vom Ende her einen Gleichstrom schickt, der vom Instrument angezeigt wird. (K. Rottsieper, AEG-Mitt. 1935, H. 3, S. 91.) *Sb.*

Beleuchtung.

Ein neuer ungewarteter Leuchtturm. — Nach 20jähriger Bauzeit ist jetzt der Leuchtturm von Nividic in der Nähe der französischen Insel Ouessant an der äußersten Westspitze der bretonischen Küste fertiggestellt worden. Infolge der fast ständig dort vorhandenen hohen Brandung ist der Leuchtturm nur sehr schwer zugänglich. Die Anlage ist daher größtenteils auf selbsttätigen Betrieb eingerichtet, z. T. kann sie auch vom Lande aus bedient werden. Die Leitungen für die als Hauptlichtquelle dienende 1500 W-Glühlampe wurden als Oberleitungskabel verlegt und werden gleichzeitig als Tragseile für die Drahtseilbahn benutzt, die zu Besichtigungszwecken dient. Die Seillänge von der Insel Ouessant bis zum Leuchtturm beträgt 945 m. Um den Horizontalzug zu verringern, mußte der Durchhang der Seile so stark gewählt werden, daß die Steilheit der Neigung bei Belastung durch den Wagen nicht mehr durch Reibung überwunden werden kann und die Wagen mit Luftschraubenantrieb versehen werden mußten. (Bauing. Bd. 15, S. 458.) *F. Bn.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrische Ausrüstung der Schleusen am Untermain. — Die am Untermain an den Staustufen Griesheim, Kostheim und Eddersheim gebauten bzw. noch im Bau befindlichen Schleusen sind Doppelschleusen, die



a	Schleusenkammer	*f*	Wendeschütz
b	Ringkabel	*g*	Motor
c	Steuerkabel	*h*	Bremslüftmagnet
d	Klemmleiste	*i*	Endschalter
e	Trennschalter	*k*	Kontakt für Signalisierung

Abb. 4. Teilbild der Steuerung der Doppelschleuse Griesheim.

entsprechend dem zu erwartenden starken Verkehr eine leistungsfähige elektrische Ausrüstung erhalten haben. Die Antriebe bestehen aus den mit besonderem Feuchtigkeitsschutz versehenen Elektromotoren für Tore und Umlaufverschlüsse, Bremslüftmagnet und Endschaltern und stehen hochwasserfrei auf Betonpfeilern. Die Schleusen haben Zentralsteuerbetrieb mit Hilfsstromsteuerung. Die grundsätzliche Schaltung der elektrischen Antriebe der Doppelschleuse Griesheim geht aus der Abb. 4 hervor. Um jede Schleusenkammer führt ein Kabelring, der an die 380/220 V-Sammelschiene des Schaltpultes angeschlossen ist und an dem die Motoren über Trennschalter und Wendeschütze liegen, die mit besonderem Steuerkabel gesteuert werden. Die beiden Steuerkabel *c* führen zu einer gemeinsamen Steuerwalze, durch deren Drehung nach rechts oder links je eine Schützspule beider Schleusenhauptseiten Strom erhält. Ein der Steuerwalze nachgeschalteter Wahlschalter gestattet, den Antrieb einzeln zu fahren. Zur Sicherheit der zentralen Steuerung gibt ein Schleusenschaubild eine Übersicht über den Betriebszustand.

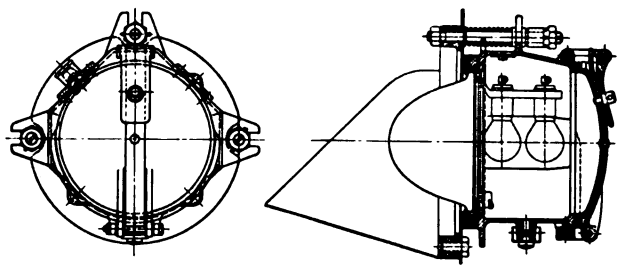


Abb. 5. Licht-Tagessignale mit 50 W-Lampen für Schleusenbetrieb.

Bei der Doppelschleuse Kostheim hat man vom Ringkabel abgesehen und zu jedem Motor ein besonderes Speisekabel geführt und dadurch ermöglicht, die Umschaltschütze im Schaltpult statt bei den Antrieben unterzubringen, womit Zusammenfassung der Steuerung und Überwachung verbessert und die Sicherheit durch Abhören der Schaltgeräusche erhöht ist. Die Schaltpultplatte ist als Schleusenschaubild ausgebildet. Die Doppelschleuse Eddersheim erhält jetzt dieselbe Schaltung der Zentralsteuerung und die Schaltpultplatte wie Kostheim.

Die Schleusen haben Licht-Tagessignale mit 50 W-Lampen (Abb. 5), die einen sehr konzentrierten Leuchtfaden für 100 V besitzen und eine Sonderlinse, die etwa 16 ° Seitenstreuung ergibt. Die Sichtweite geht auch bei klarem Wetter und hellem Sonnenschein weit über 800 m. (Holling, Dtsch. Wasserwirtsch. Bd. 30, S. 11 u. 32.) *Pge.*

Oberbaumeßwagen der Schweizerischen Bundesbahnen. — Die Steigerung der Zuggeschwindigkeiten verbunden mit Erhöhung der Achsdrücke bedingt sorgfältigste Überwachung des Oberbaues, insbesondere genaue und regelmäßige Nachprüfung der Schienenabnutzung. Dem Beispiel anderer Verwaltungen folgend haben auch die SBB für diese Zwecke besondere Meßeinrichtungen geschaffen unter Benutzung und entsprechender Ausrüstung eines älteren 4achsigen Versuchswagens für Zugkraftermittelungen. Auf dem neu hinzugekommenen Oberbaumeßtisch dieses Wagens können fortlaufend über der Wegstrecke aufgezeichnet werden: Änderungen der Spurweite, Krümmungsradius, Ungleichheiten der beiden Schienenoberkanten, Überhöhung in den Krümmungen und Kurvenlauf. Außerdem erscheint am Kopfe des für sämtliche Ablesungen gemeinsamen Kurvenblattes noch die jeweilige Fahrgeschwindigkeit, während die zurückgelegten Wege und die Zeiten in Abständen durch besondere Marken selbsttätig gekennzeichnet werden.

Die Messung der Abweichung der Gleislage bzw. der beiden Schienenköpfe gegen die tatsächliche Mittelachse geschieht rein mechanisch. Zur Ermittelung der Überhöhung dient ein Kreisel in sog. kardanischer Aufhängung, angetrieben durch einen kleinen Gleichstrommotor mit 7500 U/min. Die hierfür nötige konstante Spannung liefert eine unabhängige Akkumulatorenbatterie, die von einer besonderen Achsdynamo ähnlicher Bauart wie die Lichtmaschine versorgt wird. Schwankungen des Kreiselgehäuses gegenüber dem Wagenkasten werden durch Elek-

Digitized by Google

tromagnete überwacht und dabei alle Abweichungen gegen die Normallage, die sich sowohl aus der Schienenüberhöhung als auch aus der Eigenbewegung des Meßfahrzeuges zusammensetzen, aufgezeichnet. (Engineering Bd. 138, S. 297.) *W. R.*

Fernmeldetechnik.

Piezoelektrischer Lautsprecher. — Seitdem es gelungen ist, aus Seignettesalz, dem Salz mit besonders hoher piezoelektrischer Konstante, gute und kristallwasserarme Kristalle zu züchten und aus ihnen dünne Plättchen zu schneiden und zu schleifen, haben die piezoelektrischen Schallsender und Empfänger jetzt wieder eine steigende Bedeutung erlangt. Aus dem Kristall werden zwei meist quadratische Plättchen geschnitten, deren Ebenen senkrecht zu einer elektrischen Achse, deren Kanten senkrecht oder unter 45 ° geneigt zu den beiden anderen elektrischen Achsen liegen. Ein senkrecht zur Plattenebene wirkendes elektrisches Feld versucht dann, das Quadrat im ersten Falle zu einem Rhombus, im zweiten Falle zu einem Rechteck zu verformen. Zwei derartige Plättchen werden mit Elektroden versehen und mit entgegengesetzten Verformungsrichtungen zusammengekittet (Abb. 6, links). Diese „bimorphe Platte" krümmt sich unter der Wirkung des Feldes etwa nach Art eines Bimetallstreifens. Hält man noch die Seitenflächen *a, b* einer solchen Doppelplatte, deren Kanten senkrecht zu den elektrischen Achsen geschnitten sind, fest, so krümmt sie sich nach Art der Abb. 6, rechts. Unter der Wirkung eines Wechselfeldes schwingt dann nur die Spitze c. Ballantine hat vier solche Elemente (Abb. 7) zu einer Lautsprechermembran zusammengekittet, deren Rand fest eingespannt wird, so daß sich bei geeigneter Polung der einzelnen bimorphen Platten nur die Mitte durchbiegt. Die Membran wird in einen Trichterlautsprecher eingebaut, dessen Trichter eine besonders kleine Eintrittsöffnung besitzt und den Strahlungswiderstand dadurch hinreichend steigert. Da die Eigenschwingung hoch liegt (800 Hz), eignet sich der Lautsprecher vorwiegend zur Übertragung des oberen Frequenzbereiches. (St. Ballantine, Proc. Inst. Radio Engr. Bd. 21, S. 1399.) *Tg.*

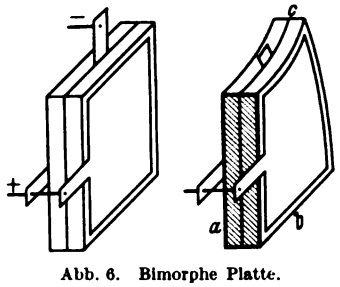


Abb. 6. Bimorphe Platte.

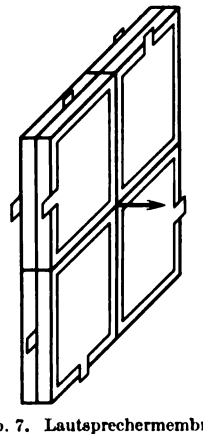


Abb. 7. Lautsprechermembran.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Verzerrungen am Kathodenstrahlfleck bei größeren Ablenkungen. — Im Zusammenhang mit Versuchen von Deserno[1]) hat A. Wallraff die am Kathodenstrahlfleck infolge größerer Ablenkung auftretende Verzerrung rechnerisch ermittelt. Dabei ging er davon aus, daß der unabgelenkte Kathodenstrahl einen geraden Kreiskegel mit der Spitze auf dem Bildschirm bildet. Die von den einzelnen Strahlen dieses Strahlenbündels beschriebenen Bahnen wurden für statische und magnetische Ablenkung bestimmt und aus der Ablenkungsdifferenz der Randstrahlen die Fleckverzerrung berechnet. Sie wächst bei beiden Ablenkverfahren quadratisch mit der Ablenkung an. Da der Potentialanstieg im statischen Ablenkfeld verschiedene Geschwindigkeiten der einzelnen Strahlen des Kegelstrahlbündels bedingt, ist hierbei die Verzerrung stärker und erstreckt sich hauptsächlich in der Ablenkrichtung. Magnetische Ablenkung ruft dazu eine Verzerrung quer zur Ablenkrichtung hervor, jedoch bleibt unter vergleichbar ähnlichen Verhältnissen die durch magnetische Ablenkung bedingte Verzerrung um eine Größenordnung kleiner. (A. Wallraff, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 5, S. 351.)

[1]) Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 139.

Übersicht über die Theorien und Anwendungen der photoelektrischen Effekte. — G. Windred behandelt die Theorie der photoelektrischen Effekte, d. h. 1. die Änderung der Leitfähigkeit mit der Belichtung (z. B. Selenzelle), den sog. „inneren" photoelektrischen Effekt, und 2. den „äußeren" Photoeffekt, nämlich die Emission von Elektronen unter dem Einfluß des Lichtes (Photozellen, Sperrschichtzellen usw.). In geschichtlicher Reihenfolge werden die Anschauungen über das Wesen dieser Erscheinungen sowie die verschiedenen Theorien dargelegt. Es folgen eine Beschreibung der Entwicklung und des Aufbaus der heutigen Zellen, eine Übersicht über die Anwendungsmöglichkeiten und ein Schrifttumsnachweis. (G. Windred, J. Television Soc. Bd. 1, März 1934.) *Vg.*

Genaue Berechnung von eisenlosen Zylinderspulen. — Zu den bekannten Formeln für die Induktivität von idealen Zylinderspulen[1]) ist die folgende, nach dem Verfahren von L. V. King[2]) erhaltene Formel

$$\Phi = \frac{2}{3}\,\frac{\pi}{a^2}\left\{a_m\,c_0\left[1+\frac{a^2-1}{2}\left(c_0^2+2\,c_1^2+4\,c_2^2+\ldots+2^{m-1}\,c_{m-1}^2\right)\right]-2\right\}$$

beigefügt. Dabei ist Φ die Einheitsinduktivität ($L = n^2\,\Phi\,D$), $a = a/D$, a = axiale Spulenlänge, D = mittlerer Durchmesser, n = Windungszahl und a_ν, b_ν, c_ν Glieder von drei nach den Rekursionsformeln $a_\nu = (a_{\nu-1} + b_{\nu-1})/2$, $b_\nu = \sqrt{a_{\nu-1}\,b_{\nu-1}}$, $c_\nu = (a_{\nu-1} - b_{\nu-1})/2$ entwickelten Reihen mit $a_0 = 1$, $b_0 = a/\sqrt{1+a^2}$, $c_0 = 1/\sqrt{1+a^2}$. Diese Reihen konvergieren sehr rasch, und gewöhnlich genügt es, sie nur bis $m = 2$ oder $m = 3$ zu entwickeln. Die Formel kann für $a > 1$ und auch für $a < 1$ benutzt werden. Wird die radiale Wicklungsabmessung r nicht vernachlässigt, so ist von Φ der Ausdruck $(A/a - B/a^2 - \ldots)$ zu subtrahieren, wobei $A, B \ldots$ von $\varrho = r/D$ abhängige, tabellarisch und graphisch angegebene Koeffizienten sind. Insbesondere ist $A = \pi^2\,\varrho\,(2-\varrho)/3$. Wie alle Integrationsformeln müssen auch diese Formeln mit Rücksicht auf die Windungsisolation (Windungsabstand) korrigiert werden[3]). Diese Korrektionen sind für die zwei betrachteten Fälle ($\varrho = 0$ und $\varrho > 0$) verschieden, und es werden für sie entsprechende Ausdrücke gegeben, und zwar für runde wie für rechteckige Leiter. Es wird gezeigt, daß man in beiden Fällen den gleichen Wert für die Spuleninduktivität L erhält, wenn nur der richtige Ausdruck für die Korrektion gewählt wird. Wird auf die höhere sich durch die Korrektion ergebende Genauigkeit verzichtet, so liefert der zweite Fall (ϱ nicht vernachlässigt) genauere Werte für die Induktivität als der erste Fall ($\varrho = 0$, ideale Zylinderspule). (J. Hak, Rev. gén. Électr. Bd. 36, S. 875.) *Sb.*

[1]) Vgl. ETZ 50 (1929) S. 193.
[2]) Vgl. ETZ 44 (1923) S. 835. (Verfahren von King für koaxiale Kreise.)
[3]) ETZ 50 (1929) S. 1440.

Werkstatt und Baustoffe.

Chrom-Aluminium-Eisen-Legierungen für hohe Temperaturen. — Je nach dem Gehalt der Chrom-Aluminium-Eisen-Legierungen an Chrom und Aluminium unterscheidet man niedrig legierte Stähle (bis 5 % Cr und 2 % Al), die bis zu 700 ° brauchbar sind, und hochlegierte Stähle (bis 30 % Cr und 7 % Al), die bis zu 1350 ° Verwendung finden können. Der Legierungsgrad beeinflußt sehr stark die Lebensdauer. Bei Veränderung des Chromgehaltes ergibt sich das Maximum der Lebensdauer für 30 % Chrom und 5 % Aluminium. Auch andere Beimengungen können sich bemerkbar machen. So beeinflussen z. B. Spuren von Kohlenstoff die Lebensdauer ganz beträchtlich. Wesentlichen Einfluß hat auch die Verarbeitung. So wurden z. B. die Verarbeitungsverfahren von 1930 bis heute so verbessert, daß die Lebensdauer um das Fünffache gestiegen ist. Die mechanischen Eigenschaften der Chrom-Aluminium-Eisen-Legierungen sind nicht so

Digitized by Google

günstig wie die von Chromnickel, doch übersteigt die Hitzebeständigkeit der ersteren die der Chromnickellegierungen. (A. Grunert, W. Hessenbruch, K. Schichtel, Elektrowärme Bd. 5, S. 2.) *Wi.*

Verschiedenes.

Elektrische Funktionsvorgänge in der Haut bei der Erkältung. — Während in früheren Zeiten mit der Entdeckung der Bakterien die Entstehung der Erkältungskrankheiten durch Infektion erklärt wurde, hat Rubner auf die Tatsache hingewiesen, daß sich der Mensch auch unmerklich, durch unmeßbare Luftströmungen, erkälten kann. Schon im 18. Jahrhundert waren namhafte Forscher zu der Annahme gekommen, daß elektrische Vorgänge bei den Witterungseinflüssen eine Rolle spielen. Bei Untersuchungen an Pflanzen hat H. Munk 1876 an Blattoberflächen zwischen zwei verschiedenen Punkten elektrische Potentialdifferenzen festgestellt. Ähnliche Beobachtungen hat von Tarchanoff beim Menschen gemacht. Seit acht Jahren arbeitet F. Munk an der Frage der EMK-Verhältnisse der menschlichen Haut und hat hierbei eine neue Funktion der Haut entdecken können: Zwischen zwei Punkten der menschlichen Haut bestehen elektrische Potentialdifferenzen, die zwischen verschiedenen Stellen verschieden groß sind, immer annähernd dieselbe Höhe und die gleiche Anordnung zeigen. Krankheiten der Nerven, Muskeln und Haut stören die EMK-Verteilung nicht. Es ist interessant, daß die EMK der menschlichen Haut mit der von Haartieren und sogar von Kaltblütern übereinstimmt. — Zugluft, Entblößen der Füße, Eintauchen der Hände in kaltes Wasser rufen sofort Störungen der EMK hervor, nach Aufhören des Reizes kehren alsbald wieder normale Werte zurück. Derartige Reize können auch zwischen zwei nicht von dem Reiz getroffenen Hautstellen Veränderungen der elektrischen Spannung hervorrufen. Die Schwere der Störung der EMK hängt von der Stärke und Dauer der Reize ab. Auf Grund dieser Untersuchungen kommt der Verfasser zu dem Schluß, daß der normale Zustand der EMK einen Schutz vor Erkältungskrankheiten gewährt, bei Erkältungskatarrhen erscheint dieser Schutz vermindert, und dadurch wird die Bösartigkeit der vorhandenen Infektionskeime erhöht. Der Nießakt z. B. sei vermutlich eine Einrichtung zur Wiederherstellung des gestörten Normalzustandes der EMK der Haut. (F. Munk, Forschg. u. Fortschr. Bd. 11, H. 5, S. 60.) *Kpn.*

Vom Kampf gegen den Lärm. — Im Rahmen der „Lärmfreien Reichswoche", die vom 6. bis 12. V. d. J. stattfand, hatte der Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure am 6. V. einen öffentlichen Vortragsabend veranstaltet, auf dem u. a. Präsident a. D. Prof. Dr. K. W. Wagner über „Die Arbeit des Ingenieurs im Kampf gegen den Lärm" sprach. Auf dem Gebiet der technischen Fortschritte zur Lärmbekämpfung waren Geräte zur eindeutigen Messung von Geräuschen zu entwickeln. Unter Mitwirkung des Heinrich-Hertz-Instituts hat H. Sell im Auftrag des Reichsverkehrsministers einen technischen Verkehrs-Geräuschmesser entwickelt, der den an ein solches Gerät zu stellenden Anforderungen an Genauigkeit, bequeme Handhabung und Betriebsicherheit entspricht, so daß mit ihm die Voraussetzung für den Erlaß gesetzlicher Vorschriften über die Höchstlautstärke des Geräusches von Kraftfahrzeugen und Hupen in der neuen Reichs-Straßenverkehrsordnung geschaffen wurde. Dieser objektive Geräuschmesser besteht aus dem Aufnahme-Kondensatormikrophon, das eine im Bereich von 50 bis 10 000 Hz praktisch gleichbleibende Empfindlichkeit hat, einem zweistufigen Verstärker, einem Impulsaudion (Gleichrichter), einem in Phon geteilten Anzeigegerät, einem Meßbereichschalter und Spannungsteiler für drei Meßbereiche. Außerdem kann ein Schreibgerät zur fortlaufenden Aufzeichnung eingeschaltet werden[1]). Ferner wurden im Vortrage die auf Anregung und mit Unterstützung des Elektrotechnischen Vereins durch Willms im Heinrich-Hertz-Institut ausgeführten Untersuchungen über Maschinengeräusche angeführt[2]), zu denen neben einem objektiven Lautstärkemesser ein tragbarerer Klanganalysator entwickelt wurde. Eingehende Untersuchungen zu den Entstehungsursachen des Geräusches elektrischer Maschinen wurden von E. Lübcke[1]) angestellt. Durch die Arbeiten von H. Lund[2]) konnte das magnetische Geräusch des Kurzschlußankermotors weitgehend verringert werden. Bei dem neuen Kurzschlußläufer, dem sog. Staffelläufer, ist der Käfig in mehrere elektrisch voneinander unabhängige Teilkäfige zerlegt, die derart gegeneinander versetzt sind, daß die von den einzelnen Käfigen erzeugten Schwingungskräfte unwirksam gemacht werden. Das Geräusch konnte dadurch von 55 Phon auf etwa 33 Phon herabgesetzt werden. Auch in den Lagerkonstruktionen wurden Fortschritte bis zu völlig lautlosem Lauf des Motors gemacht, wie es die Vorführung eines Kleinmotors bewies. *Pge.*

[1]) Siemens-Z. 15 (1935) S. 150.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 2, S. 25 u. H. 3, S. 53.

AUS LETZTER ZEIT.

Satzungen und Haushaltsplan der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung. — Am 3. VI. d. J. hat unter dem Vorsitz des Leiters der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, Dir. Dipl.-Ing. Zschintzsch, zum ersten Male der Beirat dieser Gruppe getagt. Außer einer allgemeinen Aussprache über Fragen der Elektrizitätswirtschaft wurden die Satzungen der Wirtschaftsgruppe und eine Mustersatzung für die Bezirksgruppe erörtert und der Haushaltsplan festgelegt. Sobald der Leiter der Wirtschaftsgruppe die Satzung endgültig erlassen hat, kann der Aufbau der Wirtschaftsgruppe als abgeschlossen angesehen werden. Die Wirtschaftsgruppe wird rd. 16 000 Mitglieder haben, an deren lückenloser Erfassung z. Z. gearbeitet wird.

Schaufahrt mit Fahrzeugen für heimische Treibstoffe. — Am 14. VI. fand auf Veranlassung der Stadt Berlin eine Schaufahrt durch die Stadt mit Elektro-, Holzgas-, Leuchtgas- und Flüssiggaswagen statt, um für die Verwendung von heimischen Treibstoffen für Kraftwagen zu werben. Staatskommissar Dr. Lippert wies besonders auf die Wirtschaftlichkeit der akkumulatorelektrischen Fahrzeuge hin und betonte, daß die Reichspost, die bereits seit 25 Jahren solche Fahrzeuge verwendet[3]), heute rd. 2400 Stück in Betrieb hat, deren Wirtschaftlichkeit um etwa 30 % besser ist als die der Kraftfahrzeuge mit Vergasermotor.

Straßenbeleuchtung in Berlin mit Hg-Hochdrucklampen. — In und um Berlin sind mehrfach Straßenteile versuchsweise mit neuartigen Leuchten ausgerüstet worden, um deren Wert praktisch zu erproben. In kurzem wird die BEWAG die Bismarckstraße in Charlottenburg, an der auch das VDE-Haus liegt, und den anschließenden Teil des Kaiserdamms bis zum Adolf-Hitler-Platz mit Hochdruck-Quecksilberdampflampen ausrüsten. Es handelt sich um eine der belebtesten Ausfallstraßen Berlins, die auch mehrere verkehrsstarke Kreuzungen aufweist.

Neue Stoßprüfanlage in Nürnberg. — Im Nürnberger Transformatorenwerk der SSW wurde kürzlich eine Stoßprüfanlage mit der beachtlichen Energie von 42 kWs fertiggestellt. Es können Spannungen bis 3 Mill V, Ströme bis 25 000 A erzeugt werden. Ein Kathodenstrahl-Oszillograph ist fest mit der Anlage gekoppelt.

Das Wasserkraftwerk Rouhiala, Finnland. — Am Vuoksenfluß, dem Abfluß des Saima-Wassernetzes mit einem Niederschlagsgebiet von etwa 60 200 km², ist ein neues 110 000 kW-Wasserkraftwerk im Werden. Der Fluß hat ein Gesamtgefälle von 71 m, das sich hauptsächlich auf 5 größere Stufen verteilt. Von diesen Stufen sind die Stufen Tornator, Imatra und Enso schon ausgebaut[4]). Als 4. Gefällestufe wird jetzt die Rouhialastufe unterhalb der Stadt Enso ausgenutzt. Die Stromschnelle Rouhiala befindet sich in 22 km Entfernung von der Abflußstelle des Vuoksen aus dem Saima-See. Das durch Aufstau gewonnene ausnutzbare Gesamtgefälle beträgt etwa 15,5 m. Das Werk enthält 4 Maschinensätze, bestehend aus Kaplan-

[1]) Z. techn. Physik 15 (1934) S. 652; Siemens-Z. 15 (1935) H. 5; ETZ 56 (1935) H. 19, S. 529.
[2]) Z.VDI 79 (1935) S. 539.
[3]) F. Hubrig, ETZ 56 (1935) H. 22, S. 612.
[4]) Vgl. ETZ 51 (1930) S. 1439.

Digitized by Google

turbinen und Generatoren von je 34 000 kVA. Der Auftrag auf die 4 Generatoren ist den Siemens-Schuckertwerken erteilt worden[1]). Diese Generatoren mit normal 100, maximal 265 U/min sind die größten, die für diese Drehzahlen in Europa gebaut worden sind. Die Inbetriebsetzung der 2 ersten Sätze ist für Ende 1936 in Aussicht genommen.

Holztrocknung mit Hochfrequenz. — Das elektrophysikalische Institut in Leningrad hat Versuche durchgeführt, Holz mit Hochfrequenzströmen zu trocknen. Da die Temperatur innen höher ist, trocknet das Holz von innen nach außen; innere mechanische Spannungen sollen nicht auftreten (nur kleine Risse im Mark). Ein Eichenkloben 150×50×40 mm mit 50 % Feuchtigkeit konnte in 5 min auf 1,5 bis 2 % Feuchtigkeit getrocknet werden. Form- bzw. Maßänderungen infolge des Trocknens wurden nur an den Enden des Klobens, nicht an seinem mittleren Teil beobachtet. *T. S.*

Jubiläum. — In diesen Tagen können die Hessenwerke G. m. b. H., Darmstadt auf ein 40jähriges Bestehen zurückblicken. Seit ihrer Gründung im Jahre 1895 hat sich die Firma als Spezialfabrik stets auf den Bau von elektrischen Kleinmotoren ($^1/_{100}$ bis 1 PS), Lüftern und Schleudergebläsen beschränkt, die mit besonderer Sorgfalt und ständig wachsender Erfahrung hergestellt werden. Nachdem Ing. Conr. Hesse, der langjährige, verdienstvolle Besitzer der Werke, im Jahre 1931 starb, wird das Unternehmen von seinen drei Söhnen weitergeführt.

[1]) Vgl. a. ETZ 56 (1935) H. 18, S. 523.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Aus dem Gau Südbayern.

Am 17. IV. 35 hielt Dipl.-Ing. H. Happold vor dem Gau in München einen Vortrag über „Frequenzumformer zur elastischen Kupplung von Drehstromnetzen mit Einphasenbahnnetzen". Einleitend ging der Vortragende auf den Zweck der Kupplung der Drehstromnetze mit den Einphasenbahnnetzen ein und besprach dann die Nachteile der starren gegenüber der elastischen Netzkupplung. Die bisher üblichen Lösungen für die Regelung der Austauschleistung der Netze wurden dargelegt und die Wirkungsweise des Asynchron-Synchron-Umformers mit Kommutatorkaskade für konstante Leistung erläutert. H. Happold berichtete ferner über eine neue Steuereinrichtung für die Regelung von Frequenzumformern in Abhängigkeit der Frequenz oder auf konstante Leistung, unabhängig von den Frequenzschwankungen der beiden Netze. Einige ausgeführte Frequenzumformeranlagen wurden beschrieben. Interessant war ein Bericht über die Regelbedingungen, die an diese Umformer gestellt wurden, und über die erzielten Betriebsergebnisse.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Saar, Saarbrücken. 28. VI. (Fr), 20 h, Handwerkskammer: „Neue Erkenntnisse für die Ausbildung von Kontakten" (m. Lichtb.). Dr.-Ing. Schmitz.

Brennkrafttechnische Gesellschaft, Berlin, und Deutsche Gesellschaft für Mineralölforschung, Berlin.
1. VII. (Mo): Kraft- und Brennstoff-Tagung in Hamburg.
1 10 h: Besichtigung der „Potsdam".
2. 16 h 30 m, Curio-Haus, Rothenbaumchaussee 15:
a) „Fremde Öle in der deutschen Wirtschaft". Gen.-Dir. Kruspig;
b) „Feuerung und Hochdruckdampf an Bord". Dir. Bleicken;
c) „Die Entwicklung des Dieselmotors". Dir. Becker.
Auskunft erteilen die Geschäftstellen beider Gesellschaften: Berlin W 35, Am Karlsbad 10, bzw. Berlin NW 7, Dorotheenstraße 40.

Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen, Berlin. 3. bis 5. VII. (Mi bis Fr): Hauptversammlung in Königsberg i. Pr., gemeinsam mit dem Reichstreffen der Deutschen Chemiker. Thema: „Deutsche Werkstoffe im chemischen Apparatebau". 16 Vorträge.

Internationaler Verein der Straßenbahnen, Kleinbahnen und der öffentlichen Kraftfahrunternehmen, Brüssel. 8. VII. (Mo), 14 h 30 m: Technische Sitzung anläßlich der Fünfzig-Jahrfeier mit Vorträgen:
a) „Die Fortschritte des Fahrdrahtbusses während der letzten 5 Jahre". Ch. Harmel (Belgien).
b) 1. „Nahverkehr und seine Neuorganisation in Deutschland". 2. „Richtungszeichen an Straßenbahnwagen". W. Benninghoff (Deutschland).
c) „Die technische Entwicklung des allgemeinen Verkehrs im Laufe der letzten 10 Jahre". L. Bacqueyrisse, F. Level, Remougé (Frankreich).
d) Derselbe Gegenstand. L. Mackinnon (Großbritannien).
e) Derselbe Gegenstand. G. Ottone (Italien).
f) „Schienentriebwagen vom Standpunkt der Betriebswirtschaft". Ad.-M. Hug (Schweiz).
Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Brüssel, 18, Avenue de la Toison d'Or.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Denzinger †.

Am 14. Mai d. J. ist nach kurzer schwerer Krankheit der Direktor des Bezirksverbands Neckar-Enz-Werke, Oberbaurat Ernst Denzinger im Alter von 64 Jahren unerwartet rasch gestorben. Denzinger, der sich um die Entwicklung der württembergischen Elektrizitätswirtschaft große Verdienste erworben hat, wurde 1871 in Stuttgart geboren. Er studierte an der Technischen Hochschule Stuttgart Elektrotechnik und war nach Beendigung seines Studiums zunächst bei der Maschinenfabrik Eßlingen, Abt. für Elektrotechnik, als junger Elektroingenieur tätig.

In jener Zeit des Aufschwungs der elektrotechnischen Industrie baute er eine Reihe von Elektrizitätswerken im Auftrage dieser Firma. Im Jahre 1911 übernahm er dann die technische Leitung des Gemeindeverbands Elektrizitätswerk Teinach, und war als Direktor dieses Werkes bis zu seiner Berufung als Vorstand des Starkstrom- und Elektrizitätswirtschaftsamtes in das Württembergische Innenministerium im Jahre 1919 tätig. In dieser neuen Stellung war ihm die Lösung vieler Aufgaben der württembergischen Elektrizitätswirtschaft übertragen. Sein Hauptziel war, eine Vereinheitlichung in der Elektrizitätsversorgung Württembergs herbeizuführen. So galt sein besonderes Interesse dem 1917 ins Leben gerufenen öffentlichrechtlichen Bezirksverband Neckar-Enz-Werke, in welchem die im Versorgungsgebiet der Neckar-Werke-AG. und der Enz-Gau-Werke G. m. b. H. liegenden Gemeinden bzw. Amtskörperschaften zusammengeschlossen waren. Daß es diesem Verband gelungen ist, im Jahre 1929 sich eine erhebliche Beteiligung am Kapital der Neckar-Werke AG. und damit eine maßgebende Mitwirkung an der Verwaltung zu sichern, ist mit ein erhebliches Verdienst seiner Tätigkeit.

E. Denzinger †.

Für die Geschäftsführung dieses Verbandes, dessen Aufgabenkreis sich durch diese Beteiligung wesentlich vergrößerte, wurde im selben Jahre Oberbaurat Denzinger gewonnen. Auf Antrag des Verbandes wurde er zugleich in den Aufsichtsrat der Neckar-Werke AG. und Enz-Gau-Werke G. m. b. H. gewählt. In seinem Bestreben, größere Gebiete zwecks Vereinheitlichung und Verbilligung der Stromversorgung zusammenzuschließen, gelang es ihm noch kurz vor seinem Tode 2 größere Verbände, den Bezirksverband Neckar-Enz-Werke und den Bezirksverband Kraftwerk-Alt-Württemberg, zu einem öffentlich rechtlichen Verband, dem Neckar-Elektrizitätsverband, zusammenzufassen.

Digitized by Google

Der fachmännische Rat des Verstorbenen war auch außerhalb seiner Verbandstätigkeit sehr geschätzt. So war er außerdem noch Mitglied des Aufsichtsrats des Elektrizitätswerks Winnenden G. m. b. H. und der elektrotechnischen Fabrik „Apparat" G. m. b. H. in Eßlingen.

Oberbaurat Denzinger war nicht nur ein unermüdlicher, mit reichem Wissen und Erfahrungen ausgestatteter Ingenieur. Er war auch ein charaktervoller aufrechter Mensch, voller Schwung, durchdrungen von einem unverwüstlichen, urwüchsigen Humor, der es verstanden hat, durch seine liebenswürdige Art und seine Sachlichkeit das Vertrauen und die Wertschätzung aller derer zu erringen, die nicht nur beruflich, sondern auch persönlich mit ihm zusammenkamen. Er wird daher in seinen Kreisen unvergessen bleiben. *Brn.*

Max Haller †.

Wie schon in H. 23 der ETZ kurz berichtet wurde, starb am 26. V. im 69. Lebensjahr Dr.-Ing. E. h. Max Haller, der von 1918 bis 1933 als ordentliches Vorstandsmitglied die Finanzabteilungen der Siemens-Firmen geleitet hat. In dieser Stellung hat er sich Verdienste um die Elektrotechnik und um die gesamte deutsche Wirtschaft erworben, die für die zukünftige Entwicklung der deutschen Elektrotechnik von größter Bedeutung sind.

Haller war seiner Veranlagung und Vorbildung nach Ingenieur, und als solcher kam er auch im Jahre 1911 zu Siemens. Hier widmete er sich bald über den Rahmen seines technischen Arbeitsfeldes hinaus schwierigen Finanz- und Wirtschaftsaufgaben mit solchem Erfolge, daß er schon nach fünfjähriger Tätigkeit stellvertretendes Vorstandsmitglied der Siemens-Schuckertwerke wurde. Mit der Leitung der Finanzabteilungen von S & H und SSW wurde ihm 1918 eine Aufgabe gestellt, die in der damaligen Zeit der politischen und wirtschaftlichen Umwälzung fast unlösbar schien, die er aber in jahrelanger Arbeit mit zäher Energie meisterte. Besondere Verdienste erwarb er sich auch, als die Geldentwertung langsam zu einer Gefahr für Staat und Wirtschaft wurde. Wenn Dr. Haller auch diese Gefahr weit früher als die meisten anderen in seinem Kern erkannte und aus der früh gewonnenen Erkenntnis die richtigen Schlüsse zog, so war dies auch vor allem dem ganz besonderen Umstand zu verdanken, daß er sich im festen Glauben an die Unabänderlichkeit wirtschaftlicher Grundgesetze den klaren Blick durch Scheinkonjunktur und Scheinkapital nicht trüben ließ und unbeirrt den Weg ging, den ihm diese Grundgesetze wiesen. Den gleichen untrüglichen Blick bewies er auch im Kampfe gegen die Reparationen, indem er schon vor anderen führenden Männern in Wort und Schrift diese Form des Tributes als zur Katastrophe führend kennzeichnete. Als dann mit der Umstellung auf Gold die Grundmauern für den Neubau der deutschen Wirtschaft standen, aber die eigenen Mittel zu weiterem Ausbau nicht reichten, da war es wieder der Mitwirkung Dr. Hallers zu verdanken, daß auch diese Finanzfrage für das Haus Siemens glücklich gelöst wurde. Und wenn er auch in diesen Dingen niemals von dem wirtschaftlich gebotenen Wege abwich, so fand sein reger konstruktiver Geist doch, wie bei der tausendjährigen Anleihe der S & H AG. von 1930, Gestaltungsformen in neuer Art, die nicht nur seiner Firma, sondern auch der deutschen Wirtschaft zugute kamen. — Mit allen diesen seltenen Eigenschaften verbanden sich die großen Gaben seines Herzens, Güte und Hilfsbereitschaft, Gerechtigkeit und goldener Humor, mit dem er anderen und sich manche frohe Stunde schuf, und, aus tiefstem Grunde seines Wesens, Ritterlichkeit im Kampf.

Ein hartes Schicksal hat es Max Haller versagt, mit seinen reichen Gaben beim Wiederaufbau des Vaterlandes weiter mitzuwirken, aber sein Name bleibt für alle Zeit nicht nur mit dem Hause Siemens sondern auch mit der deutschen Wirtschaft eng verbunden.

L. Habersaat. — Dir. Ludwig Habersaat, Leiter der Städt. Elektrizitätswerke, Frankfurt a. M., feiert am 1. VII. sein 40jähriges Dienstjubiläum bei der Stadt Frankfurt und tritt an diesem Tage auf seinen Wunsch in den Ruhestand. Herr Habersaat war 1891 als Assistent bei der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt tätig und trat nach Abschluß seines Studiums am 1. VII. 1895 bei der Firma Brown, Boveri & Cie. ein, die das Frankfurter Elektrizitätswerk gebaut hatte und es bis 1899 noch als Pächter betrieb. Mit Übernahme des Werkes durch die Stadt ging auch Herr Habersaat in den städtischen Dienst über und wurde Stellvertreter des Direktors Singer. Bis zum Jahre 1927 hat Herr Habersaat neben Direktor Singer an der Entwicklung und Gestaltung des Elektrizitätswerkes maßgebend mitgewirkt, vor allem lag in seiner Hand der Ausbau und Betrieb des elektrischen Teiles des Werkes. Nach Dir. Singers Übertritt in den Ruhestand im Jahre 1927 übernahm Herr Habersaat die alleinige Leitung der Werke und führte u. a. die schwere Aufgabe des Überganges vom Einphasen-Wechselstrom 45,3 Hz auf Drehstrom 50 Hz erfolgreich durch.

Auszeichnung. — Das Institute of Radio Engineers, New York, hat die Ehrenmedaille für 1935 Herrn Dr. Balth. van der Pol zuerkannt für seine „grundlegenden Untersuchungen und Beiträge auf dem Gebiet der elektrischen Schwingungen und der Fortpflanzung von Funkwellen".

LITERATUR.

Besprechungen.

Kohlebürsten, zugleich eine Darstellung des veränderlichen Verhaltens der Stromwendung bei Gleichstrommaschinen. Von Dr. J. Neukirchen. Mit 35 Abb. u. 12 Taf., VII u. 135 S. in gr. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1934. Preis geh. 6,80 RM.

Der Uneingeweihte mag vielleicht erstaunt sein, daß sich soviel über Kohlebürsten schreiben läßt, der Fachmann aber, insbesondere der Betriebsmann, weiß aus Erfahrung nur zu gut, daß das Bürstenproblem ebenso schwierig wie wichtig ist und mag gewiß schon vor manchem Rätsel des plötzlich auftretenden Bürstenfeuers gestanden haben. Der Verfasser versucht diese Rätsel zu lösen. Langjährige eigene Beobachtungen und die Erfahrungen anderer Ingenieure und Physiker standen ihm hierfür zur Verfügung. Der ganzen Arbeit liegt die Voraussetzung zugrunde, daß die wirkliche Berührungsfläche, die sog. Hertzsche Fläche, sehr viel kleiner ist als die scheinbare Bürstenlauffläche. Neukirchen zeigt im ersten Teil (Stoffwechsel in den Kontaktflächen), wie die wechselnden chemischen und physikalischen Zustände der Atmosphäre zur Entwicklung von glatten, kontakthemmenden Polituschichten oder zu deren Umwandlung in rauhe reibungstörende Oberflächen führen. Der zweite Teil behandelt die Bewegungen der Bürsten, hervorgerufen durch Verlagerung und Schwingungen, die zur Zerstörung führen, sowie den Verschleiß des Kommutators zur Folge haben. Das Stromrattern weicher und das Leerlaufrattern harter Bürsten wird hier erklärt. Der dritte Teil enthält die Zusammenhänge zwischen Stromwendung und Funkenbildung. Neukirchen geht hierbei von der Voraussetzung aus, daß die eigentliche Stromwendung in wesentlich kürzerer Zeit stattfindet, als sie durch die Bürstenüberdeckung gegeben ist. Ratterfeuer bei Kippbewegungen der Bürste und Widerstandsfeuer bei verspätetem Einsetzen der Stromwendung treten immer auf, wenn Stromübertragung und Stromwendung am ablaufenden Bürstenrand vollzogen werden müssen. Das Wendefeld muß daher so beschaffen sein, daß die Potentialkurve unter den Bürsten am auflaufenden Rande steil, am ablaufenden möglichst waagerecht verläuft. Einige interessante Beispiele veranschaulichen zum Schluß die Zusammenhänge zwischen kontakthemmenden Fremdschichten, Reibungsstörungen der Bürsten und Funkenbildung.

Das vorliegende Buch wendet sich in erster Linie an den Theoretiker, den Chemiker und Physiker. Der Ingenieur der Praxis mag vielleicht darin die Vorschrift vermissen, die ihm klar angibt, welche Maßnahmen er bei plötzlich auftretendem Bürstenfeuer zu ergreifen hat. Bei eingehendem Studium der Arbeit wird er allerdings einsehen müssen, daß dieser Wunsch wegen der Mannigfaltigkeit der Störungsursachen und ihrer Abhängigkeit von atmosphärischen Einflüssen nie erfüllt werden kann, daß ihm aber die gegebenen Anhaltspunkte bei einiger Übung und Erfahrung das Erkennen der wahren Störungsursache wesentlich erleichtern. Es steht zu hoffen, daß das Buch Neukirchens zu einer verständnisvollen Zusammenarbeit zwischen Maschinen-, Bürsten- und Betriebsingenieur beitragen wird und ist daher allen dreien wärmstens empfohlen. M. Zorn.

Die Differential- und Integralgleichungen der Mechanik und Physik. Herausg. v. Prof. Dr. Ph. Frank u. Prof. Dr. R. v. Mises. 2., verm. Aufl. zugl. 8. Aufl. v. Riemann-Webers Partiellen Differentialgleichungen der mathemat. Physik. Mit 110 Abb. i.

Digitized by Google

Text, XXIV u. 1106 S. in 8°. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn AG., Braunschweig 1935. Preis geh. 60 RM, geb. 65 RM.

Diese zweite Auflage unterscheidet sich in bestimmter Weise von der ersten. Es wurde ein ganz neuer Abschnitt, von G. Beck bearbeitet, hinzugefügt, der die mathematischen Probleme der Wellenmechanik, insbesondere die Integration der Schrödingergleichung behandelt. Vom mathematischen Standpunkt aus kann dieser Abschnitt als durchaus gelungen bezeichnet werden. Er gibt einen klaren Einblick in die Probleme und liest sich gut. Um diesen Abschnitt vorzubereiten, wurde im ersten Abschnitt ein besonderes Kapitel über Strahlenoptik eingefügt und die ganze Darstellung der theoretischen Dynamik angepaßt. Die Beziehungen zwischen Wellenmechanik und Diffusionstheorie sind an das Kapitel über Wärmeleitung und Diffusion angeschlossen worden. Das ganze bedeutet zweifellos eine wertvolle Bereicherung des Inhaltes.

An einer zweiten Stelle wurde noch ein Fortschritt erzielt, indem die Hydromechanik von den Herren v. Mises und Günther-Schulz ganz neu bearbeitet wurde. Sie ist so viel einheitlicher und auch vollständiger geworden. Sie wurde, soweit dies in einem Sammelwerk möglich ist, dem heutigen Stande dieser Wissenschaft angepaßt.

Die ausgezeichneten Referate über Elastizitätstheorie, Wärmeleitung und Elektromagnetismus sind in den bewährten Händen geblieben. Ob in der Elastizitätstheorie nicht das schwierige, aber interessante Problem der ebenen Platte, die senkrecht zu ihrer Ebene belastet ist, demnächst eine Behandlung verdiente?

Der erste Abschnitt über die klassische Mechanik und die Strahlenoptik hat außer den schon erwähnten Veränderungen noch einen willkommenen Zuwachs im zweiten Kapitel erfahren: einiges aus der statistischen Mechanik. Es fehlen die nichtholonomen Systeme, was wegen ihrer zahlreichen Anwendungen schade ist. Technische Anwendungen treten sehr zurück, man findet immerhin den Regulator und das Flugzeug. Was hier das Prinzip von d'Alembert genannt wird, ist in Wahrheit die Zusammenfassung dieses Prinzips mit dem der virtuellen Arbeiten, die von Lagrange herrührt. Die Darstellung des Jacobischen Prinzips auf Seite 58 und 59 ist unklar, vielleicht sogar falsch. Jedenfalls kommt der Gedanke, daß bei diesem Prinzip die Elimination der Zeit wesentlich ist und ihre Variation so ausgeführt werden muß, daß die Gesamtenergie erhalten bleibt, nicht heraus, wird im Gegenteil durch die Bemerkung auf Seite 58: „und δt überhaupt verschwindet" verbaut.

Im ganzen hat das vortreffliche Werk durch die Umarbeitung erheblich gewonnen, es gehört auch in die Bibliothek des wissenschaftlich arbeitenden Ingenieurs.

Hamel.

Statistischer Bericht für die Elektroindustrie — International 1935. Herausg. v. d. Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie. Mit VI u. 179 S. in 4°. Zu bez. dch. den Herausgeber: Berlin W 35, Corneliusstraße 3. Preis kart. 7,50 RM.

Die Entwicklung der Elektroausfuhr beansprucht schon deswegen großes Allgemeininteresse, weil die Elektroindustrie seit Jahrzehnten zu denjenigen Industriegruppen gehört, die infolge ihrer starken Ausfuhraktivität an der Devisenbeschaffung stets hervorragend beteiligt gewesen sind. Berichte verschiedener Elektrounternehmungen lassen erkennen, daß auch außerhalb der deutschen Grenzen die Nachfrage nach elektrischen Maschinen, Geräten und Einrichtungen wieder im Steigen begriffen ist. Immerhin wird ebenso wie auch nach dem Kriege mit einer gewissen Strukturänderung nicht nur im Welt-Elektroaußenhandel, sondern auch bei vielen Ländern hinsichtlich des Verhältnisses zwischen Eigenerzeugung und Einfuhr zu rechnen sein.

Der vorliegende statistische Bericht bringt für alle hiermit zusammenhängenden Fragen ein überaus reichhaltiges Zahlenmaterial. Wie schon bei ähnlichen früheren, vom Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie herausgegebenen Veröffentlichungen steht die Entwicklung des internationalen Elektroaußenhandels im Mittelpunkt der Darstellung. Wir finden hier für 14 Länder Aus- und Einfuhrziffern, die sich auf den Zeitraum von 1929 bis 1933 erstrecken und sowohl nach Warengruppen als auch nach Ländern gruppiert sind. Für weitere 29 Länder, die entweder elektrotechnische Erzeugnisse gar nicht ausführen oder deren (durchweg geringfügige) Ausfuhr nicht ausreichend ausgegliedert ist, werden die Einfuhrziffern in ähnlicher Ausführlichkeit angegeben. Diesen Übersichten sind einige zusammenfassende Zahlentafeln vorangestellt, die den Aufbau des gesamten Welt-Elektroaußenhandels kennzeichnen: die Entwicklung der Welt-Elektroausfuhr von 1929 bis 1934, der Anteil der einzelnen Lieferländer an diesen Ziffern, die ländermäßige Verteilung der wichtigsten elektrotechnischen Ausfuhrgruppen und entsprechende Übersichten auch über die Welt-Elektroeinfuhr.

Nicht von gleicher Ausführlichkeit konnte die Darstellung der Elektroindustrie in den einzelnen Ländern sein, weil in dieser Hinsicht die statistische Erfassung in vielen Staaten noch sehr lückenhaft ist. Immerhin wird die Entwicklung der elektrotechnischen Erzeugungswerte, großenteils sogar nach Warengruppen gegliedert, und ebenso auch der Beschäftigtenziffern für 19 Länder dargestellt. Etwas weiter ausgebaut gegenüber den früheren Berichten ist der Abschnitt über den Stand der Elektrizitätserzeugung und -anwendung in der Welt; daß bei den internationalen Übersichten dieser Art die Schwachstromtechnik ausführlicher dargestellt werden konnte als die Starkstromtechnik, erklärt sich daraus, daß auf den starkstromtechnischen Anwendungsgebieten die unzureichenden und uneinheitlich aufgebauten Statistiken internationale Vergleiche großenteils unmöglich machen. Für Deutschland wurden auch Zahlen über die Verwendung des Elektromotors in der Industrie, über die Fortschritte der Elektrowärmeanwendung im Gewerbe und in den Haushaltungen aufgenommen. Im übrigen enthält die deutsche wie auch die internationale Übersicht aufschlußreiche Darstellungen der elektrischen Eisenbahnen, des Fernsprechwesens, der Unterseekabel, der Funkstellen und der Rundfunkentwicklung. Neu ist am Schluß eine Zusammenstellung der elektrotechnischen und elektrizitätswirtschaftlichen Organisationen der Welt; hier sind für 17 wichtige Länder die jeweiligen Spitzenverbände der Elektrizitätsversorgung, der elektrotechnischen Industrie und die technischen und wissenschaftlichen Vereinigungen auf dem Gebiet der Elektrotechnik angegeben.

Da Gewichts- oder Stückübersichten für die meisten elektrotechnischen Erzeugungszweige nur wenig Wert haben, zumeist oft auch unbekannt sind, ist der Statistische Bericht im wesentlichen auf Wertangaben aufgebaut, die der besseren Vergleichbarkeit halber durchweg in Reichsmark umgerechnet worden sind. Diese Umrechnung erfolgte für die Außenhandelsziffern nach dem jahresdurchschnittlichen Umrechnungskurs, für die Erzeugungswerte dagegen nach einem besonderen Verfahren, das die sehr verschiedenen Preisgrundlagen in den einzelnen Ländern berücksichtigen will: Man ging von der Goldparität der Währungen aus und trug den eingetretenen Preisveränderungen je nach der Entwicklung des Großhandelsindex für industrielle Erzeugnisse durch entsprechende Abschläge Rechnung. Auf diese Weise kann man die Erzeugungsentwicklung innerhalb der verschiedenen Länder einigermaßen richtig verfolgen, während Vergleiche zwischen den einzelnen Ländern im allgemeinen nicht gezogen werden können. Ergänzend werden für die einzelnen Ausfuhrgruppen in den Länderübersichten auch Gewichts-, für Glühlampen Stückziffern angegeben.

Das überall verschiedene Ausmaß der Krisenauswirkungen, die Erstarkung der elektrotechnischen Industrie in einigen Ländern, das gegenwärtige Kräfteverhältnis in der gesamten elektrotechnischen Weltbelieferung sind in den Darstellungen anschaulich und sehr übersichtlich erkennbar, und sowohl den Fachkreisen wie auch allen volkswirtschaftlich Interessierten bietet der Bericht so viel, daß man sich ähnlich ausführliche und zuverlässige Veröffentlichungen auch von anderen Wirtschaftsgruppen wünschen möchte.

A. Friedrich.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 21. Juni 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Schaltung für stoßfreien Anlauf von Synchron- und Asynchronmotoren mit in Reihe geschaltetem Anwurfmotor.

Mitteilung der AEG.

Beim Anlassen von Phasenschiebern wird verlangt, daß die Stromaufnahme während des Anlaufvorganges klein ist, damit die Netzspannung, die durch

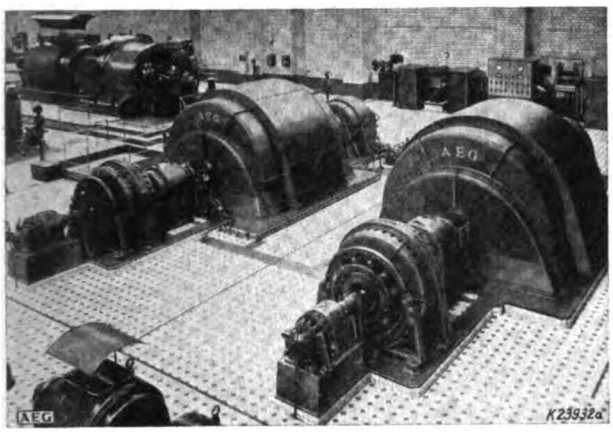
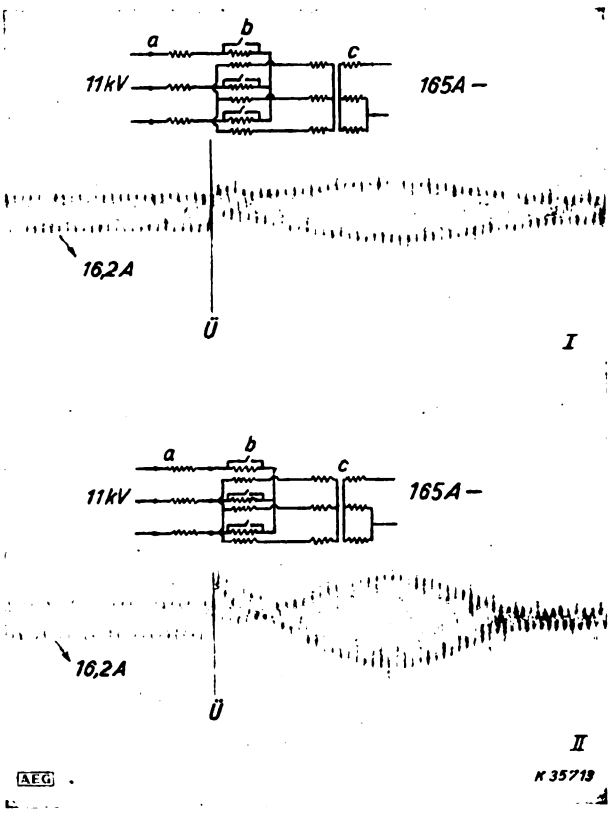


Abb. 1. Zwei asynchrone Phasenschieber 21500 kVA, 68 kV, 50 Per/s, 750 U/min.

den zuzuschaltenden Phasenschieber gehoben werden soll, nicht während des Anlaufs noch weiter verschlechtert wird. Bei der bekannten Anlaufschaltung mit gleichpoligem in Reihe geschaltetem Anwurfmotor ist der Läufer des Phasenschiebers während des Hochlaufs kurzgeschlossen, beim asynchronen Phasenschieber an den Schleifringen, beim synchronen Phasenschieber durch die Dämpferwicklung. Der Anwurfmotor ist ein Asynchronmotor, dessen Läufer allmählich kurzgeschlossen wird. Dann wird der Läufer des Phasenschiebers mit Schlupffrequenz so erregt, daß an den Netzklemmen $\cos \varphi = 1{,}0$ herrscht. Der nun zufließende Wattstrom zur Deckung aller Verluste erzeugt jedoch an dem synchronlaufenden Anwurfmotor eine große Restspannung. Wenn diese Restspannung durch Ueberbrücken des Anwurfmotors kurzgeschlossen wird, tritt ein großer Stromstoß auf.

Dieser Stromstoß wird durch die neue Schaltung (DRP) vollkommen vermieden. Ihr Wesen besteht darin, daß der Läufer des Anwurfmotors so mit Schlupffrequenz erregt wird, daß der zufließende Netzstrom in seiner erregenden Kraft gerade aufgehoben wird und an den Klemmen des Anwurfmotors keine Spannung erzeugt. Der Anwurfmotor kann vollkommen stoßfrei

Die Schaltung ist in gleicher Weise verwendbar für synchrone wie für asynchrone Phasenschieber. Beim synchronen Phasenschieber



Wellenbild I = Anwurfmotor, richtig erregt.
Wellenbild II = Anwurfmotor, 12% übererregt.
a = Phasenschieber,
b = Umspanner,
c = Anwurfmotor.

Abb. 3. Kurzschließen der Restspannung eines Synchronphasenschiebers 30000 kVA, 11 kV mit in Reihe geschaltetem, erregtem Anwurfmotor.
Im Zeitpunkt Ü wird der Anwurfmotor überbrückt.

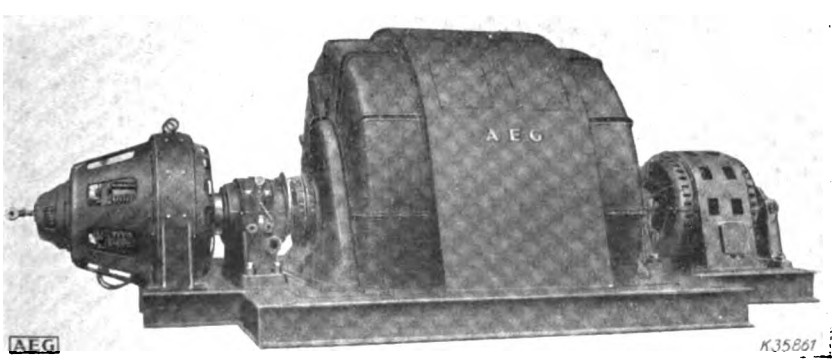


Abb. 2. Synchronphasenschieber 30000 kVA, 11 kV, 60 Per/s, 600 U/min.

überbrückt werden. Die Erregerachsen des Anwurfmotor- und Phasenschieberläufers müssen 90 elektrische Grade gegeneinander versetzt sein, was durch entsprechendes Aufkeilen des Anwurfmotorläufers erreicht wird.

erfolgt die Erregung des Anwurfmotors mit Gleichstrom, beim asynchronen Phasenschieber mit Schlupffrequenz, in beiden Fällen von einer der vorhandenen Erregermaschinen, und zwar so, daß die Erregerachsen der beiden Läufer um 90 elektrische Grade gegeneinander versetzt sind.

Die Schaltung für asynchrone Phasenschieber mit Erregung des Anwurfmotors mit Schlupffrequenz von einer der vorhandenen Erregermaschinen wurde für zwei asynchrone Phasenschieber von je 21500 kVA (Abb. 1) angewendet, die von der AEG für das Kraftwerk Moabit der BEWAG geliefert wurden. Die Schaltung für synchrone Phasenschieber wurde für zwei nach Rußland gelieferte 30000 kVA-Phasenschieber (Abb. 2) gewählt. Die aufgenommenen Ueberschalt-Wellenbilder (Abb. 3) zeigen, daß der Anwurfmotor ohne jeden Stromstoß überbrückt werden konnte.

Digitized by Google

WER ETWAS WICHTIGES

aus seiner Fabrikation mitzuteilen hat, schicke sofort, spätestens bis zum 25. Januar, einen kurzen Artikel nebst Abbildungen für die beiden

MESSEHEFTE

DER

ETZ

an die Schriftleitung der „Elektrotechnischen Zeitschrift" Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 33

Als Ersatz für Anzeigen darf der Artikel nicht gelten. Angebote für Anzeigen im Messeheft sind zu erhalten von der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W9, Linkstraße 23/24

Digitized by Google

Neuere Schutztransformatoren.

Mitteilung der AEG.

Die vielseitige Verwendung von Schutztransformatoren*) bringt es mit sich, daß immer wieder neue Formen geschaffen werden müssen, um allen Forderungen der Praxis gerecht zu werden.

Neben den gewöhnlichen Ausführungen, welche die AEG in Größen von 15 ··· 1300 VA für ortsfeste Anbringung, sowohl für trockene Innenräume, als auch (gußeisengekapselt) für feuchte bzw. feuergefährdete Räume oder für Aufhängung im Freien seit langem auf den Markt bringt, haben sich ebenfalls seit einer Reihe von Jahren verschiedene Sonderformen bewährt. Unter diesen sind zu nennen die Steckerkupplungsdose mit einem eingebauten Schutztransformator für 25 VA sowie der Lichtkasten, der neben einem Schutztransformator für 50 VA einen Schalter und zwei Sicherungselemente enthält (Abb. 1). Beide Formen haben kräftige Gußgehäuse.

Steckerkupplungsdose. Lichtkasten mit Steckvorrichtung.

Abb. 1. Gußeisengekapselte Schutztransformatoren (Sonderformen).

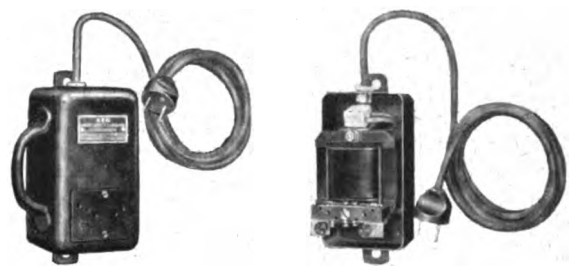
Abb. 2 zeigt die ältere Ausführung eines tragbaren Schutztransformators für 200 VA. Dieser hat ein regensicheres Gehäuse und ist primärseitig mit einer 2 m langen, gegen Zug entlasteten Gummischlauchleitung, die in einem gewöhnlichen Lichtstecker endet, an jede mit höchstens 6 A gesicherte Steckdose anzuschließen. Für die Stromentnahme sind an der Seitenwand zwei kräftige Steckdosen vorgesehen. Auf besondere Bestellung können jedoch an der gegenüberliegenden Seite noch zwei weitere Steckdosen angeordnet werden. Die Steckdosen haben ebenso wie bei den in Abb. 1 gezeigten Ausführungen einen federnden Klappdeckel, der bei abgezogenem Handlampenstecker selbsttätig dicht abschließt und bei eingeführtem Stecker diesen vor dem Herausfallen schützt. Die Stecker für Primär- und Sekundärstrom sind nicht vertauschbar.

Abb. 2. Tragbarer Schutztransformator 200 VA.

Abb. 3 zeigt die neuere Ausführung eines kleinen tragbaren Schutztransformators für 50 VA, der jedoch auch für ortsfeste Anbringung geeignet ist. Der Transformator hat auch bei dieser Form ein kräftiges Stahlblechgehäuse, das jedoch nur für die Unterbringung in trockenen Räumen bestimmt ist. Die beiden Sekundärstromkreise sind je einpolig mit 2 A abgesichert.

Bei beiden tragbaren Ausführungen kann statt des gewöhnlichen 6 A-Primärsteckers auch ein 10 A-Schutzstecker mit Schleiffeder geliefert werden.

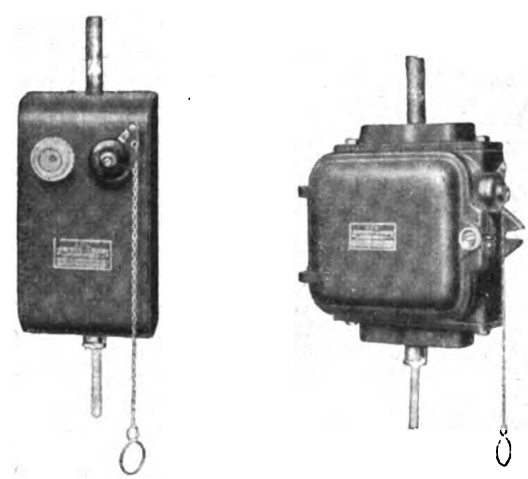
Weitere neuere Sonderformen sind Backofen-Schutztransformatoren (Abb. 4). Sie sind in erster Linie für Backofenbeleuchtungen gemäß den Bestimmungen des Technischen Aufsichtsdienstes der Nahrungsmittel-Industrie-Berufsgenossenschaft bestimmt, können jedoch auch überall dort Verwendung finden, wo Kleinspannungen entsprechend den VDE-Vorschriften (V.E.S.) verlangt werden.



Geschlossen. Deckel abgenommen.

Abb. 3. Neue Ausführung eines kleinen tragbaren Schutztransformators 50 VA.

Bei der stahlgepanzerten Ausführung (Schutzart TK1) ragen aus der Stahlblechhaube die Sicherung-Schraubkappe und das Betätigungsorgan des Zugschalters heraus. Die gußeisengekapselte Ausführung (Schutzart TK3) hat ein kräftiges plombierbares Gehäuse. Die Schalterbetätigung kann von außen erfolgen. Der primärseitig angeordnete einpolige Zugschalter gestattet die Abschaltung des Transformators zur Vermeidung von Leerlaufverlusten. Die sekundärseitig angeordneten Sicherungen (1 Stück bei T K 1 und 2 Stücke bei T K 3) sind bei beiden Bauarten gefahrlos auszuwechseln.



Stahlgepanzerte Ausführung (Schutzart TK 1). Gußeisengekapselte Ausführung (Schutzart TK 3)

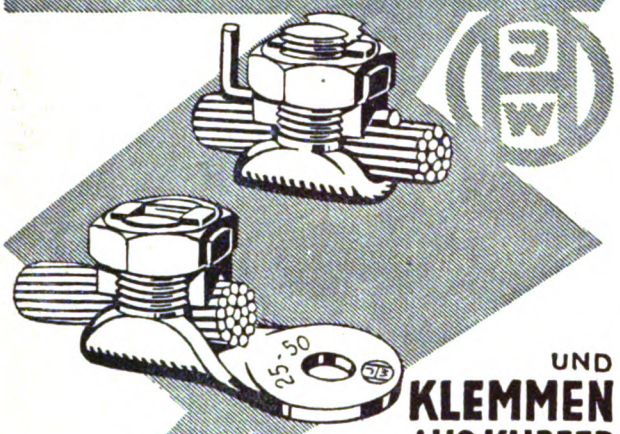
Abb. 4. Backofen-Schutztransformatoren.

Die eingebauten Transformatoren sind bei allen Ausführungen der AEG entsprechend den VDE-Vorschriften kurzschlußsicher und mit getrennten Wicklungen ausgeführt.

*) s. auch AEG-Druckschrift Sa/V 1457.

Digitized by Google

PRIMODUR KABELSCHUHE



UND
KLEMMEN
AUS KUPFER
SYSTEM HOFMANN-JAENICHEN
D. R. P.

J. WILHELM HOFMANN
KÖTZSCHENBRODA-DRESDEN

Papier
für die elektrotechnische Industrie

speziell

Isolier-papier
für Stark- u. Schwachstrom in Röllchen von 2mm an aufwärts

Kondensator-papier
Dicke von 0,0065 mm aufwärts

Schoeller & Hoesch G.m.b.H.
Gernsbach i. Baden

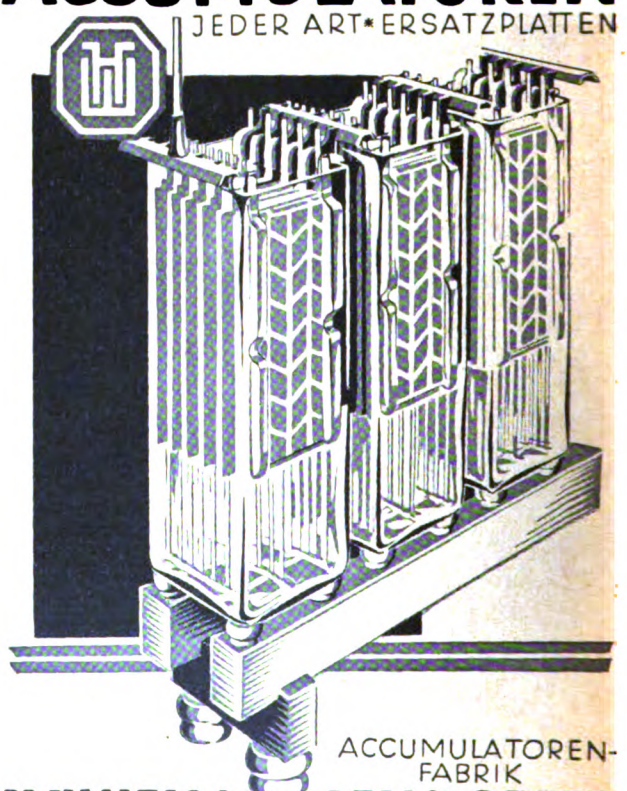
K

ISOLATIONSMATERIAL

PERTINAX	HARTPAPIERE
PERTINIT	KUNSTHARZPRESSTEILE
DURCOTON	HARTGEWEBE
EXCELSIOR	-ÖLLEINEN, -ÖLSEIDE -ÖLPAPIERE -SCHLÄUCHE -LACKE
ALCELLA	LEITUNGEN
	EMAILLE-DRÄHTE MEGOHMIT, MIKANIT ROHGLIMMER PRESS-SPAN LEDERPAPPE

MEIROWSKY & CO.
AKTIENGESELLSCHAFT · PORZ-RHEIN

STATIONÄRE
ACCUMULATOREN
JEDER ART · ERSATZPLATTEN



ACCUMULATOREN-FABRIK
WILHELM HAGEN GMBH SOEST

Digitized by Google

Zwischenrelais.*)

Mitteilung der AEG.

Zwischenrelais haben in Schaltanlagen und Steuerungen die Aufgabe, Steuerimpulse verstärkt und unverzögert weiterzuleiten. Bei genügender Kontaktzahl ermöglichen sie es, durch Betätigung eines einzigen Steuerkontaktes mehrere voneinander unabhängige Stromkreise gleichzeitig zu steuern. Ihre jeweilige Schaltstellung richtet sich im allgemeinen danach, ob und wie lange ihre Wicklung stromführend oder stromlos ist; es gibt aber auch Relais mit mechanischer Verklinkung, bei denen durch kurze Stromstöße eine dauernde Aenderung der Schaltstellung herbeigeführt wird, so daß ihre Wicklung nur kurzzeitig erregt zu werden braucht. Dies ist vor allem bei Fernsteuerungen oft wichtig. Nachstehend werden einige der wichtigsten von der AEG hergestellten Zwischenrelais kurz beschrieben:

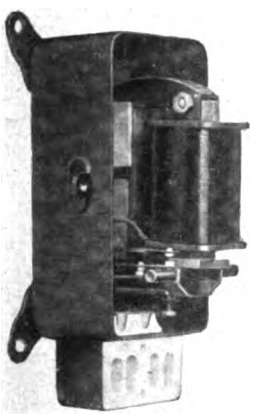


Abb. 1. Feinzwischenrelais RHF.

Das Feinzwischenrelais RHF (Abb. 1) zeichnet sich durch besonders geringe Leistungsaufnahme aus. Es wird daher vorzugsweise zur Steuerung durch Kontaktgeber mit geringer Schaltleistung, z. B. Kontakt-Meßgeräte, angewandt. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Wicklung, im Gegensatz zu den meisten anderen Zwischenrelais, sehr hoch überlastet werden kann; selbst bei Betrieb mit der vierfachen Ansprechspannung tritt noch keine unzulässige Erwärmung ein. Das Relais kann bis zu drei Kontakte steuern, deren Schaltleistung etwa 100 VA beträgt. Die Kontakte bestehen aus Silber und dürfen mit höchstens 2 A belastet werden.

Abb. 2. Zwischenrelais RHB.

Aehnlich aufgebaut ist das Relais RHB (Abb. 2), das infolge seines geringen Raumbedarfs besonders zum Einbau in Steuerungen mit vielen Relais geeignet ist. Es wird gewöhnlich mit einem Arbeits- oder einem Ruhekontakt ausgeführt, in Sonderfällen auch mit einem Arbeits- und einem Ruhekontakt. Der Kontakt ist so ausgebildet, daß der gesteuerte Stromkreis an zwei Stellen unterbrochen wird; hierdurch und durch den großen Kontaktweg wird eine verhältnismäßig große Schaltleistung erzielt. Das Relais schaltet bei 220 V Gleichspannung etwa 2,5 A ab, bei gleich hoher Wechselspannung etwa 20 A.

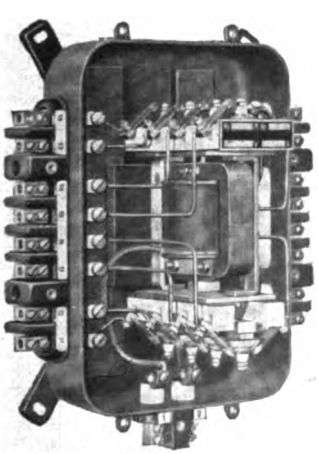


Abb. 3. Zwischenrelais RHW mit 4 Arbeits- und 4 Ruhekontakten.

Ein weiteres Zwischenrelais RH kann bis zu zwei Arbeits- oder Ruhekontakte steuern, die als Bürstenkontakte mit Silbervorkontakten ausgebildet werden. Die Abschaltleistung beträgt etwa 1,2 A bei 220 V Gleichspannung und 10 A bei 220 V Wechselspannung. Durch Verwendung eines Klappankers mit nasenförmigem Ansatz wird selbst bei großem Ankerhub trotz geringer Leistungsaufnahme eine große Zugkraft erreicht.

Für größere Kontaktzahlen sind die Tauchankerrelais RHG (Gleichstrom) und RHW (Wechselstrom) entwickelt worden, die bis zu vier Arbeits- und vier Ruhekontakte mit doppelter Stromunterbrechung erhalten können (Abb. 3). Ihre Abschaltleistung beträgt bei 220 V Gleichspannung etwa 2,5 A, bei 220 V Wechselspannung etwa 15 A. Als Kontakte dienen versilberte Kupferkegel, gegen die sich zwei einander gegenüberstehende Kontaktfedern legen. Die Kontaktkegel sind drehbar, und bei häufigem Schalten wird die beanspruchte Kontaktfläche selbsttätig gewechselt.

Bei den Zwischenrelais mit Rückstellkontakten RHD genügt ein kurzzeitiger Stromstoß, um eine dauernde Aenderung der Kontaktstellung hervorzurufen. Der Anker verklinkt sich beim Ansprechen mechanisch und bleibt auch nach Unterbrechung des Erregerstromes solange in dieser Stellung, bis das Relais durch Betätigung eines Druckknopfes von Hand wieder in seine frühere Betriebstellung zurückgestellt wird. Relais mit höchstens zwei Kontakten erhalten Bürstenkontakte wie das Relais RH, Relais mit größeren Kontaktzahlen werden mit Kegelkontakten ausgeführt wie die Relais RHG und RHW.

Abb. 4. Kipprelais RHK.

Auch das Kipprelais RHK (Abb. 4) ist für Steuerung durch Stromimpulse eingerichtet. Es hat zwei Anker, die sich gegenseitig verklinken, und zwar so, daß der jeweils zuletzt angezogene Anker in seiner Einschaltstellung bleibt. Beim Ansprechen des einen Magneten wird der Anker des anderen durch eine Feder von seinem Kern abgedrückt. Die Kontakte, gewöhnlich ein Arbeits- und ein Ruhekontakt, bestehen aus Silber und haben eine Abschaltleistung von 200 VA.

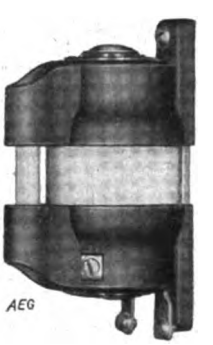


Abb. 5. Quecksilberschaltschütz Cutax, Modell A.

Außer den vorstehend beschriebenen Relais mit Hartmetallkontakten, werden für besonders hohe Schaltleistungen Relais mit Quecksilberkontakten ausgeführt, die unter dem Namen „Quecksilber-Schaltschütze Cutax" (Abb. 5) bekannt sind. Bei diesen ist innerhalb der Magnetspule eine zum Teil mit Quecksilber gefüllte geschlossene Schaltröhre aus Glas angeordnet, in der sich unter dem Einfluß der Magnetwicklung ein Schwimmer auf und ab bewegt, der das Quecksilber teilweise verdrängt und dadurch die Kontaktgabe herbeiführt. Diese Schalter haben den Vorteil, bei hoher Schaltleistung wenig Raum zu beanspruchen und praktisch geräuschlos zu schalten. Sie werden in drei Größen für Schaltleistungen von 0,25, 1,5 und 7 kW ausgeführt (Modell A, B bzw. D).**)

*) s. auch AEG-Listen Rs/V 1190 und Rs/V 1201.

**) s. auch AEG-Mitteilungen 1934, Heft 11, S. 370

Digitized by Google

Voltmeter für 50 kV
Koffer geöffnet
4 Meßbereiche:
2—10, 4—20, 8—40,
10—50 kV

Hochspannungs-Voltmeter

für Gleich-, Wechsel-, Hochfrequenzspannung

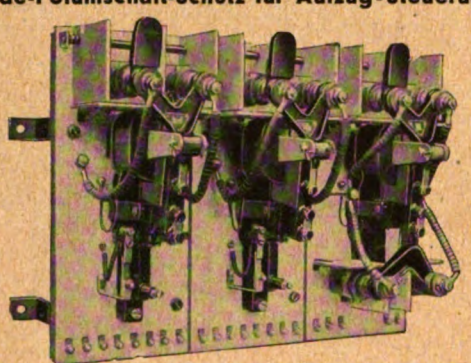
Hochspannungs-Anzeiger, -Transformatoren
Heizwandler, Gleichrichteranlagen
Scheitelspannungsmesser
Einrichtung von Hochspannungslaboratorien

Voltmeter für
10 kV. Schalttafel

Dr.-Ing. Richard Schroeder
Fabrik elektrischer Apparate, Aachen Schließfach 122

Wende-Polumschalt-Schütz für Aufzug-Steuerungen

Zur Leipziger Frühjahrsmesse:

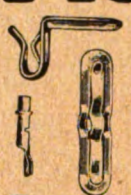


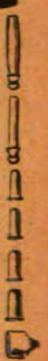
Haus der Elektrotechnik, Stand 31

Gebr. **CRUSE** & Co., Dresden N30

Massenteile

aus Metall





gestanzt, gedreht, gezogen
in Präzisionsausführung
nach Zeichnung und Modell

GEBR. KLEINMANN G.M.B.H.
Berlin-Lichtenberg, Wilhelmstr. 21

SILBERLOTE

SIND JETZT SO BILLIG

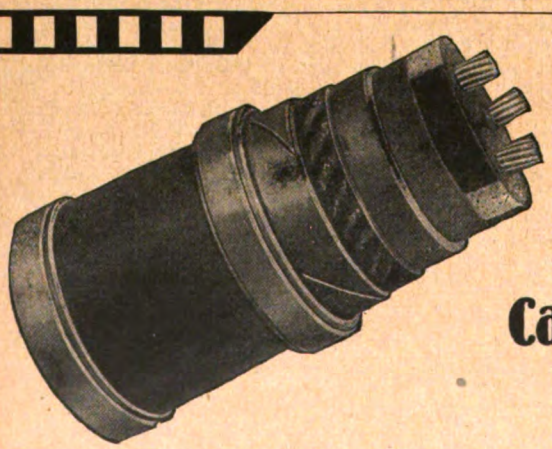
geworden, daß jeder Qualitätsarbeiter sie verwenden kann und verwenden wird.

DR. TH. WIELAND
Pforzheim Gegründet 1871

Geeichte
Längenmeßvorrichtung
D.R.P. angemeldet

für Kabel, verseilte Leitungsdrähte, Litzen und dergl.

SCHUMAG
Aachen, Postfach 56



Starkstrom-Bleikabel
für
Hoch- u. Niederspannungen
Nach den Normalien des VDE

Callender Kabel Gesellschaft
m. b. H.
HAMBURG 1

Digitized by Google

Energierichtungsrelais mit Ueberstrom-Anregegliedern für Drehstromnetze.

Mitteilung der AEG.

Die Forderung nach möglichst kurzen Abschaltzeiten bei Fehlern in Hochspannungsnetzen hat die Relais-Technik vor die Aufgabe gestellt, manche ältere Schutzrelais durch neue leistungsfähigere Bauarten zu ersetzen. Diesem Bedürfnis der Praxis hat die AEG weitgehend Rechnung getragen. Im folgenden wird das neue Richtungsrelais für Drehstrom beschrieben (Abb. 1), das sich durch kleine Eigenzeiten und hohe Richtungsempfindlichkeit bei geringer Leistungsaufnahme auszeichnet. Gegenüber den sonst in Drehstromanlagen für Schutzzwecke üblichen zwei- oder dreisystemigen Richtungsrelais mit getrennten Anregerelais, ist das neue Richtungsrelais wesentlich einfacher aufgebaut und daher auch billiger.

In einem staubdichten Blechgehäuse sind oben ein elektrodynamisches Richtungsglied und unten zwei Ueberstromanregeglieder der Klappanker-Bauart angeordnet. Die Anregeglieder sind von 6 ··· 10 A einstellbar und betätigen je einen Umschaltkontakt, durch den die Spannungspule des Richtungsgliedes an Spannung gelegt wird. In dieser einfachen Einsystem-Anordnung ist das neue Richtungsrelais zum Schutze von Drehstromleitungen gegen die Auswirkungen von Kurzschlüssen und Doppelerdschlüssen geeignet. In Abb. 2 ist die Schaltung des Relais dargestellt. Stromwandler sind nur in zwei Phasen erforderlich. An

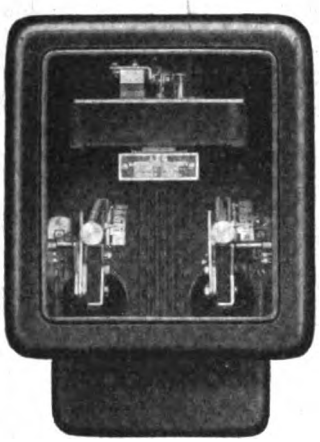


Abb. 1. Einsystem-Energierichtungsrelais mit Ueberstrom-Anregung für Drehstromnetze.

jeden Stromwandler ist ein Anregeglied angeschlossen. Hinter den Anregegliedern sind die Sekundärleitungen in Differenzschaltung miteinander verbunden, wobei die Stromspule des Richtungsgliedes in die Differenz-Stromleitung geschaltet ist. Die Spannungswicklung des Richtungsgliedes ist im Normalbetrieb stromlos. Bei Kurzschlüssen in den geschützten Anlageteilen wird sie durch die Ueberstrommagnete an die jeweils vom Fehler betroffenen Phasen geschaltet.

Das neue Relais ist besonders geeignet zum Schutze von Kabeln und Freileitungen. Bei einseitig gespeisten parallelen Leitungen ordnet man in der Speisestelle unabhängige Ueberstromzeitrelais und in den Gegenstationen am anderen Ende der Kabel die hier beschriebenen Einsystem-Richtungsrelais an. Bei dieser preiswerten Schutzanordnung werden Kabelfehler selektiv und mit kurzer Auslösezeit abgetrennt. — Sind die Verteilungsnetze ringförmig angelegt, so lassen sich mit Einsystem-Richtungsrelais in Verbindung mit Stufen-Ueberstromzeitrelais ebenfalls kurze Auslösezeiten erzielen[1]). — In vermaschten Kabelnetzen mit kurzen Leitungstrecken verwendet man das neue Relais zum Richtungsvergleichschutz, wobei über Hilfsleitungen die Leistungsrichtungen an den Enden der zu schützenden Strecke miteinander verglichen werden. In Netzen mit kurzgeerdetem Nullpunkt kann das Energierichtungsrelais in der beschriebenen Schaltung nicht angewendet werden.

[1]) S. a. M. Walter, Neue Verfahren beim Ueberstromzeitschalter, ETZ 1934, S. 206.

Abb. 3 zeigt die Ansprechspannung in Abhängigkeit vom sekundären Kurzschlußstrom. Bei 5 A genügen bereits 0,3 V, um den Kontakt zu betätigen. Diese Richtungsempfindlichkeit ist vollkommen ausreichend, da auch in Kabelnetzen bei satten Kurzschlüssen in unmittelbarer Nähe einer Station noch eine Spannung von 200 ··· 300 V zwischen den kurzgeschlossenen Leitern vorhanden ist. Die sogenannte tote Zone ist nur bei weniger empfindlichen Relais von Einfluß.

Die Eigenzeit des Relais beträgt bei der kleinsten Ansprechleistung 0,3 s. Sie wird bei größerer Leistung kürzer und beträgt z. B. bei 20 W nur noch etwa 0,05 s.

A, B = Ueberstrom-Anregeglieder,
C = Richtungsglied,
a = Umschaltkontakt an A,
b = Umschaltkontakt an B,
c = Arbeitskontakt an C.

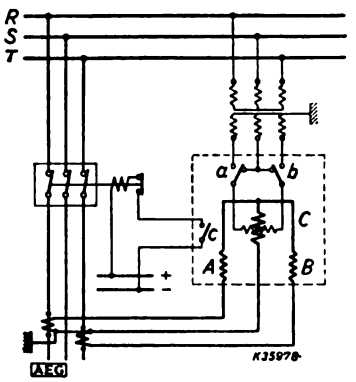


Abb. 2. Prinzip der Innen- und Anschlußschaltung.

Der Kontakt c ist als kräftiger Silberkontakt ausgebildet. Die Einschaltleistung beträgt etwa 2 A bei 250 V Gleich- oder Wechselspannung. Am Kontaktarm ist ein Eisenplättchen angebracht, das bei geschlossenem Kontakt von einer Haltespule kräftig angezogen wird. Kontaktprellungen werden dadurch vermieden. Die Anordnung von besonderen Zwischenrelais für die Auslösung der Hochspannungschalter ist infolge der hohen Einschaltleistung des Kontaktes nicht erforderlich.

Das Relais wird gewöhnlich für Kontaktgebung nach einer Richtung hergestellt. Richtungsrelais für Kontaktgebung nach zwei Richtungen werden mit Mittelstellung des Kontaktarmes ausgeführt Zur Erzielung einer einwandfreien Kontaktgabe ohne Prellungen werden bei dieser Ausführung Zwischenrelais verwendet. Bereits bei leichter Kontaktgabe des Richtungsgliedes spricht das Zwischenrelais an und hält sich über einen Haltekontakt. Der Stromkreis des Zwischenrelais wird über einen Kontakt der Anregemagnete geschlossen, so daß nach der Abschaltung des Fehlers das Zwischenrelais stromlos wird.

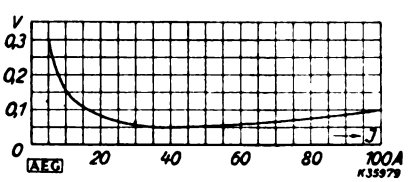


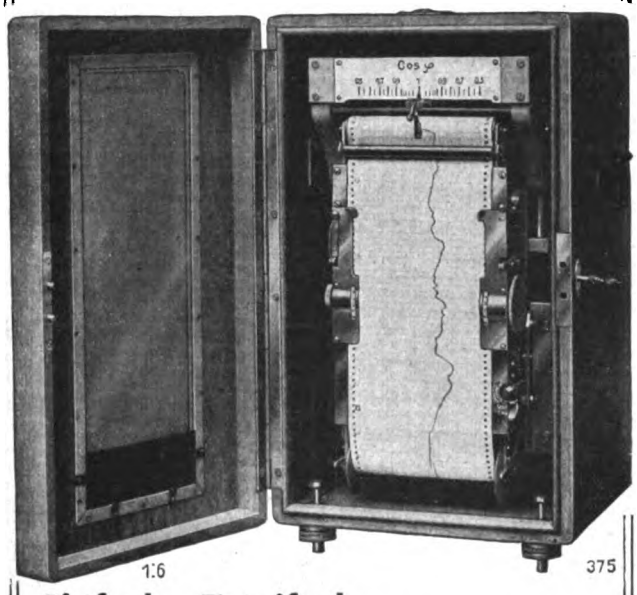
Abb. 3. Ansprechspannung in Abhängigkeit vom sekundären Kurzschlußstrom.

Die technischen Werte des neuen Relais sind:

Nennstrom:	5 A
Nennspannung:	110 V,
Frequenz:	40 ··· 60 Per/s,
Kleinste Ansprechleistung:	1,5 VA bei 5 A,
Leistungsaufnahme:	Im Strompfad 0,6 VA bei 5 A, im Spannungspfad 12 VA bei 110 V (nur beim Ansprechen),
Schaltleistung:	2 A bei 250 V (Zuschalten),
Stromeinstellung der Anregemagnete:	6 ··· 10 A.

Digitized by Google

Tragbare Registrier-Instrumente



Einfach-, Zweifach- oder Dreifach-Schreiber

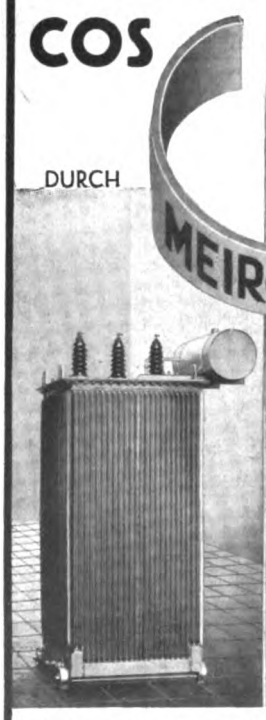
zur Registrierung des Stromes, der Spannung, der Wirk- oder Blindleistung, des Leistungsfaktors oder der Frequenz auf vollkommen ebener Schreibfläche mit Tinten- oder Trocken-Schreibeinrichtung (DRP angem.)

METRAWATT Aktiengesellschaft **Nürnberg O/81**
Fabrik elektrischer Meßgeräte

UNIMAX
FREILEITUNGSKLEMME
in verbesserter Ausführung.

J. WILHELM HOFMANN
KÖTZSCHENBRODA - DRESDEN

VERBESSERN SIE DEN
COS
DURCH
MEIROWSKY
KONDENSATOREN



Wir beliefern seit Jahren Großkraftwerke, Stromlieferungs-Gesellschaften und Kraftverbraucher mit Blindstromkondensatoren. Durch die Ersparnis an den Stromrechnungsbeträgen haben sich in fast allen Fällen unsere Kondensatoren in 1 bis 2 Jahren bezahlt gemacht.
Wir beraten Sie gern und unverbindlich. Verlangen Sie unsere Druckschriften.

MEIROWSKY & CO.
AKTIENGESELLSCHAFT PORZ (RHEIN)

KABELVERTEILER
MIT REKLAMEFLÄCHEN

C. W. KEHRS & CO. G. m. B. H.
KETTWIG

Digitized by Google

Das neue Distanzrelais.

Mitteilung der AEG.

Die technisch richtige Lösung in der Sicherstellung der Strombelieferung sieht eine mehrseitige Speisung des Abnehmers vor, die zwangsläufig zu einer vollkommenen Vermaschung des Netzes führen muß. Diese Maßnahme allein bringt jedoch erst dann einen eigentlichen Erfolg, wenn jede Zubringerleitung bzw. jeder

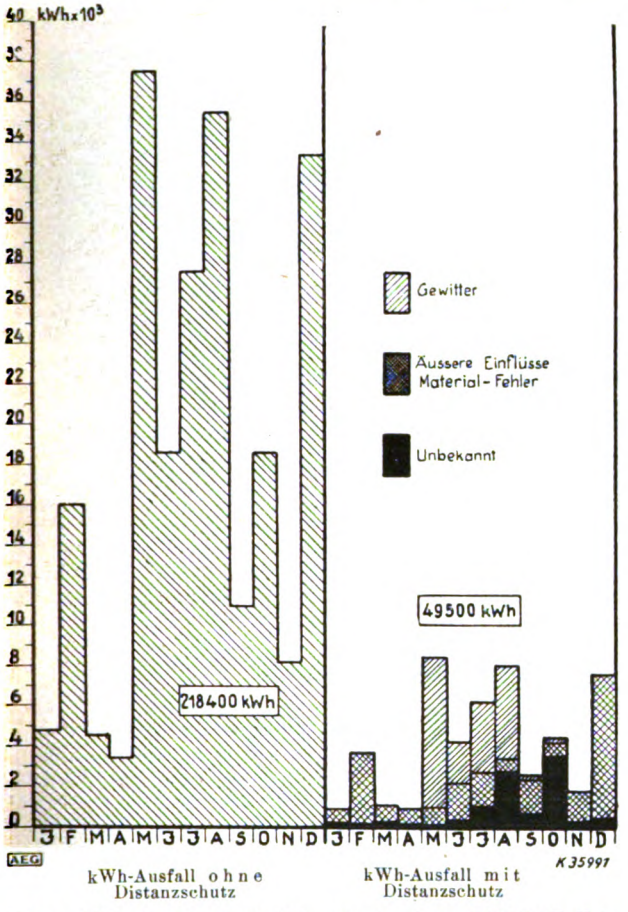


Abb. 1. kWh-Ausfall durch Störungen in einem 10/20/35 kV-Netz vor und nach dem Einbau des neuen Distanzrelais der AEG.

Anlageteil durch geeignete Vorrichtungen selektiv geschützt wird, d. h. bei einem Schaden auf einer Leitung nur diese beiderseits zur Abschaltung gelangt, ohne daß das übrige, gesund gebliebene Netz in Mitleidenschaft gezogen wird.

Hierbei ergeben sich folgende technische und wirtschaftliche Vorteile:

1. Etwaige Ueberspannungen verlaufen sich infolge Fehlens von Reflektionspunkten.
2. Ein ausgezeichneter Spannungsausgleich wird erzielt.
3. Einer Ueberlastung einzelner Strecken wird vorgebeugt:
4. Im Kurzschlußfalle verteilt sich die Kurzschlußleistung über das ganze Netz, so daß nur noch der betroffene Anlageteil besonders hohen Beanspruchungen ausgesetzt ist.
5. Eine erhebliche Abnahme der Uebertragungsverluste tritt ein (erfahrungsgemäß etwa auf ein Drittel).
6. Die Störungstelle wird schnell gefunden, da nur der fehlerhafte Anlageteil zur Abschaltung gelangt.
7. Wegen der Beschränkung der Unterbrechungen tritt eine Erhöhung der Einnahmen ein (Abb. 1).
8. Eine Erleichterung in der Werbung neuer Abnehmer wird erzielt.

Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung nach vorstehenden Erwägungen wird immer den Einbau von Selektivschutzeinrichtungen rechtfertigen und darüber hinaus weitere Ersparnisse ergeben.

Die AEG brachte bereits im Jahre 1923 ihr erstes Selektivrelais nach dem Prinzip der Fehlerortsmessung auf den Markt. Hand in Hand mit der Betriebspraxis sind seitdem umfangreiche Entwicklungsarbeiten geleistet worden, um der Forderung nach Verbesserung und gleichzeitig Verbilligung des Relaissystems gerecht zu werden.

Abb. 2. Schnelldistanzrelais.

Beide Ziele sind durch das Schnelldistanzrelais Abb. 2 erfüllt. Es ist ein schnell arbeitendes Impedanzrelais mit an sich stetiger Charakteristik, deren erster Teil jedoch durch eine Schnellstufe abgeschnitten wird, wodurch gegenüber früheren Bauarten bei Störungen innerhalb 60 % einer Leitung beiderseits Abschaltzeiten von nur 0,4 s erzielt werden. Erst bei Lage der Fehlerstelle innerhalb der restlichen 20% jedes Leitungsendes, d. h. oberhalb 80% vom Einbauort des Relais, ist aus Staffelungsrücksichten mit um etwa 1 s höher liegenden Auslösezeiten zu rechnen. Die Zeitkennlinie ist in Abb. 3 dargestellt.

Für das neue Relais wird eine eingehäusige Anordnung in Sparschaltung verwendet, bei der spannungsseitig drei Spannungen, stromseitig jedoch nur zwei Stromwandler zur Verfügung zu stehen brauchen.

Für den Aufbau des Relais werden nur bekannte, in der Praxis bewährte Einzelteile verwendet. Es besteht im wesentlichen aus zwei Ueberstromgliedern und je einem Zwischenstromwandler, Richtungsglied, Ueberimpedanz-Kippglied, Zeitwerk und Impedanzmeßglied. Der Anwurf erfolgt durch die Ueberstromglieder, die gleichzeitig die richtige Auswahl der Spannung treffen, damit eine impedanzgetreue Messung stattfindet. Der Zwischenstromwandler vermittelt die richtige Auswahl des Stromes. Das Richtungsglied entscheidet die Freigabe oder Sperrung der Auslösung. Das Ueberimpedanz-Kippglied ist so ausgelegt, daß bei Lage des Fehlers innerhalb 80% des geschützten Anlageteiles eine Auslösung mit der am Zeitwerk eingestellten kleinsten Zeit stattfindet, während Fehlerstellen, die vom Relaismeßort weiter als 80% der Strecke entfernt sind, bereits mit im stetig ansteigenden Bereich

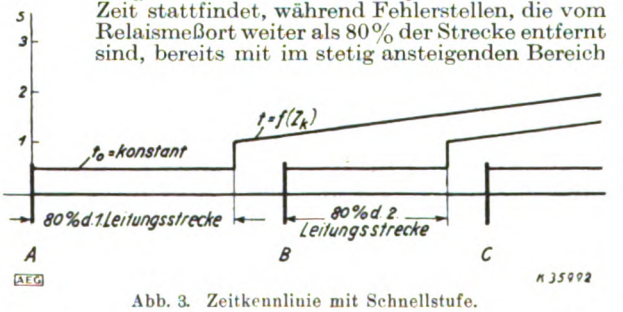


Abb. 3. Zeitkennlinie mit Schnellstufe.

der Charakteristik liegenden Auslösezeiten vom Impedanzmeßglied erfaßt werden.

Das neue Schnelldistanzrelais ist im Aufbau einfach und erfaßt trotzdem praktisch alle vorkommenden Fehler. Es eignet sich deshalb besonders für Netze, für die verwickelte und kostspielige Schaltungen nicht geeignet sind.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Dipl.-Ing., als Obering. der Verkaufsabtlg.

einer elektrotechnischen Großfirma tätig, sucht sich zu verändern.

Geboten werden:

Mehrjährige Erfahrung in Konstruktion, Kalkulation und Fabrikation elektrotechnischer Spezialapparate.

In 8jähr. Reisetätigkeit im In- u. Ausland gesammelte Erfahrung im Vertrieb, in der Werbung und in der Verkaufsorganisation.

In ununterbrochener Bearbeitung der Elektrizitätswerke, führender Elektrogroßhandlungen und Installationsfirmen gefestigte persönliche Beziehungen in ganz Deutschland.

Durch Einrichtung und Unterstützung der Verkaufsorganisation erworbene Kenntnis der Marktlage und der Vorschriften für elektrotechnische Apparate fast aller europäischen Länder.

Im Ausland geübte Sprachkenntnisse. Pflichtbewußte, energische Persönlichkeit; 38 Jahre; gute Erscheinung.

Erstrebt wird

Verantwortliche Leitung

mittleren Industrieunternehmens.

Kleinere Kapitalbeteiligung nicht ausgeschlossen. Angebote an die Anz.-Abteilung der ETZ, Berlin W9, unter E.5125 erbeten.

Akkumulatoren-Fachmann
Betriebsleiter

Spezialist für Starter-Batterien, Groß-Oberflächen-Platten, firm in den modernsten Herstellungsmethoden, Bleistaub-Verwendung, sucht sich gelegentlich in leitende Stellung zu verändern.

Offerten unter E. 5082 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

LEHRSTELLE

gesucht (Elektro-, Radio-, Maschinenbau od. gl. Firma) für 14jährig. Sohn, bester Schüler. Es wird nur Wert auf gediegene Ausbildung in gutem Hause gelegt. Off. unt. E. 5134 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W9, erb.

Elektroingenieur

34 Jahre, unverh., sucht Stellung. Erfahren in Akquisition und Proj. elektr. Licht- und Kraftanlagen, Ortsnetzbau u. Radioanl. Ang. unt. E. 5155 a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

WESTDEUTSCHLAND

Dr.-Ing., erste techn. Kraft, Mitte 30, Arier, arbeitsfreudig, mit guten theor. Kenntnissen und etwa 10-jähriger prakt. Erfahrung auf den Gebieten der Hochspannungstechnik, der Meßtechnik, der Projektierung und Ausführung von elektr. Anlagen, von Relaisschaltungen und Schutzeinrichtungen aller Art, sowie mit mehrjähriger Erfahrung in der Kabeltechnik, zahlreiche Patente, in ungekündigter Stellung, sucht sich in entwicklungsfähige Position, wenn möglich nach Westdeutschland, zu verändern. Zuschr. unt. E 5160 an die Anzeigen-Abtlg der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing., Mitte 30, mit 10jähriger verantwortungsreicher und leitend. Praxis in Entwicklung, Projektierung, Netzberechnung, Prüfung, Montage u. Verkauf von Starkstromkabeln, Garnituren und neuzeitlichen Verteileranlagen, insbesondere von

Höchstspannungskabeln

und besten Erfolgen in Werbung und Akquis., zielbewußte Kraft mit guten techn., wirtschaftl. und Sprachkenntnissen sowie guten Beziehungen zu den Abnehmern, sucht neuen Wirkungskreis. Angeb. unter E. 5152 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W9, erb.

Anzeigen finden durch die ETZ weiteste Verbreitung!

INGENIEUR, 37 J., Frontk., 10 jähr. Praxis in Hoch- u. Niederspannungsschalt-, Licht- und Kraftanl., r. kaufm. Erf., franz. u. span. Sprachk., In- u. Auslandstätigkeit, guter Akqu. und Organisator, s. verantw. Posten.

Off. unt. E. 5131 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9, erb.

DIPL.-ING.

der Elektro- und Maschinentechnik VDI VDE, 30 J. ev. ar. m. mehrj. Tätigkeit i. Bau u. Betrieb el. Anlag. (einschl. Fernmeldeanl.) i. rauh. Betr., Kabeltechnik einschl. Meßtechn. Wirtschaftl. u. Selbstk. ber., in ungekünd. Stellung wünscht sich zu verändern. Zuschr. u. E. 5148 a. d. Anz.-Abt. der ETZ. Bln. W9, erb.

Elektro - Diplom - Ing.,

viels. wissenschaftl. physikalische Ausbildung, 3 J. als Laboratoriums-Ing. in selbst. Entwicklungstätigkeit.

Fernmeldetechnik, Verstärkerbau, elektr. Apparate und Kleinmotoren. Maschinenbauliche Kenntnisse.

Erstkl. Zeugn. Aus ungekünd. Stellung wird Veränd. in entwicklungsfähigen Tätigkeitsbereich angestrebt. Ang. unt. E. 5130 an d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

Dr.-Ing.

31 J., viels. Kenntn. in Stark-, Schwachstrom- und Hochfrequenztechnik, Feinmechanik, Luftfahrt, Sprachen usw. wünscht sich aus ungekünd. Stellung in ausbaufähiges Tätigkeitsfeld zu verändern. Angeb. u. E. 5153 a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

Elektroingenieur

28 Jahre alt, bei Weltfirma tätig gewesen, vertraut auf allen Gebieten der Starkstromtechnik, 10 Jahre Praxis auf Großmontage bei Weltfirma u. im Bergbau, firm in Projektierung, Ausführung von Anlagen jeder Art u. Größe, kaufm. vorgeb., flott. Zeichn., beste Zeugn., sucht per sof. Stellg. Off. u. E. 5127 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W9, erb.

Elektro-Ing.

29 J., led., mehrj. Praxis und Erfahrung i. Bau v. Stark- u. Schwachstromanl. aller Art.

Z. Zt. als Geschäftsführer eines Eltw.

sucht Stellung gleich welcher Art, a. liebst. bei einem Eltw. Angeb. u. E. 5156 a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

Dipl.-Ing., Röntgen- u. El.-med. Technik, auch perf. in röntgenol. Materialuntersuch. usw. 13J. i. Betrieb u. Außend. tät., zul. selbständ., sucht entspr. Position. **Fr. B. Lange, Breslau, Kantstr. 51a.**

Digitized by Google

Elektrokarren-Förderwesen in der Massenherstellung.

Mitteilung der AEG.

Früher wurde vielfach angenommen, daß in Werkstätten mit einer Herstellung am laufenden Band Elektrokarren im allgemeinen nicht erforderlich seien. Diese Auffassung hat sich jedoch als Irrtum erwiesen. Die Praxis zeigt immer wieder, daß von der geregelten ordnungsgemäßen Zufuhr bzw. Anlieferung der Werkstoffe an die einzelnen Arbeitstellen am laufenden Band sowie von einer entsprechenden Abfuhr der Halb- und Fertigerzeugnisse die Durchführung eines einwandfreien Betriebes zum großen Teil abhängig ist. Das Gleiche gilt überhaupt für jedes Werk mit Massenherstellung.

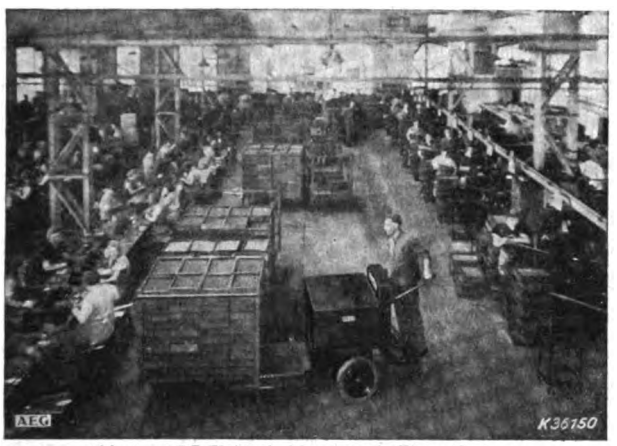


Abb. 1. AEG-Elektrohubkarren mit Vierradlenkung in einer Batteriefabrik.

Bekannt ist, daß bei der Herstellung am laufenden Band die Prüfung der einzelnen Arbeitsvorgänge ein unbedingtes Erfordernis ist. Einer ebenso sorgfältigen Prüfung bedürfen alle Fragen, die sich auf die Anpassung des Förderwesens an die Herstellung beziehen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß, wenn irgend möglich, das Arbeiten mit Ladebänken oder Ladegestellen, die besonderen Zwecken angepaßt werden können, zu

Abb. 2. Elektrohubkarren beim Aufnehmen einer Ladebank mit Trocken-Batterien.

bevorzugen ist, und es ergibt sich damit ohne weiteres, daß in Betrieben dieser Art der Elektrohubkarren vorzugsweise als Fördermittel einzusetzen ist.

Die AEG hat derartige Fahrzeuge schon vor mehr als 12 Jahren entwickelt und ist jetzt in der Lage, diese für Tragfähigkeiten von 750/1000 kg, 2000 kg und 3000 kg zu liefern. Die grundsätzliche Ausführungsform ist bei allen drei Bauarten die gleiche. Der Antrieb erfolgt auf die Räder der dem Führerstand zunächst gelegenen Achse. Hierüber ist in einem besonderen Schutzbehälter die Batterie federnd aufgestellt. Die Räder unterhalb der Plattform sind lenkbar. Bei dem kleinen Hubkarren wird die Plattform durch eine handbetätigte Druckpumpe gehoben, während bei Ausführung für die größeren Nutzlasten ein elektrischer, durch Druckknopfschalter betätigter Antrieb für die Hubpumpe vorhanden ist. Das Absenken der Plattform erfolgt in allen Fällen nach Oeffnen eines Rücklaufventiles.

Die Abbildungen zeigen die Verwendung von Elektrohubkarren in einer chemischen Fabrik, in der am laufenden Bande Trockenbatterien hergestellt werden, die vorzugsweise für Rundfunkzwecke Verwendung finden. Aus Abb. 1 ist zu ersehen, wie die Elektrohubkarren eine Ladebank unterfährt, auf der die Batteriezellen, die vom Wandertisch in besondere Kasten gelegt werden, abgesetzt sind. Die beladenen Bänke werden durch den Elektrohubkarren in den Montageraum geschafft, in dem die Zusammenstellung der Zellen zu Batterien ebenfalls an Wandertischen erfolgt.

An einem Ende dieses Raumes kommen mit dem Wandertisch die fertig verpackten Rundfunk-Batterien an und werden hier wieder auf Ladebänken gestapelt. Der Elektrohubkarren nimmt die jedesmal mit einer bestimmten Stückzahl bepackten Ladebänke auf und befördert sie zum Lager, zum Versandraum, bzw. auch direkt zum Eisenbahnwagen oder zum Elektro-Lastkraftwagen für die Stadtbelieferung. Wie aus Abb. 2

Abb. 3. AEG-Elektrohubkarren für 2000 kg Nutzlast mit aufgenommener Ladebank.

zu ersehen ist, erleichtert die Beförderung auf Ladebänken auch das Nachzählen und die Prüfung, da sich ohne weiteres überblicken läßt, ob die angegebene Stückzahl vollzählig vorhanden ist.

Müssen die Batterien noch eine Zeitlang lagern, so werden die fertig bepackten Ladebänke im Versandlager abgestellt (Abb. 3); eine spätere Weiterbeförderung mittels des Elektrohubkarrens gestaltet sich dann außerordentlich einfach.

Es ist selbstverständlich, daß der Elektrokarren auch alle übrigen im Werk vorkommenden Förderaufgaben übernimmt, sei es die Beförderung von Schüttgütern oder von sonstigen Rohstoffen oder auch andere außergewöhnliche Förderarbeiten, die im Rahmen jeder Herstellung gelegentlich vorkommen.

Aehnlich wie in dem vorstehend behandelten Falle wird das Elektrokarren-Förderwesen auch in anderen Werken mit Massenherstellung gelagert sein. Die Prüfung der Verhältnisse muß ergeben, ob die hier gezeigten Elektrohubkarren oder solche mit fester Plattform vorteilhafter einzusetzen sind. Diese sind besonders da am Platze, wo für die Be- und Entladung nur kurze Zeit benötigt wird. Es ist aber auch möglich, Hochhubkarren oder Stapelkarren zu verwenden, bei denen die Plattform oder ein z. B. als Tragarm ausgebildeter Lastenträger von der tiefsten Normalstellung bis auf etwa 2 m gehoben werden kann. Für Lasten bis zu 500 kg, und zwar insbesondere solche, die in Säcken verpackt sind, kann auch der normalerweise mit fester Plattform versehene Elektrokarren einen Aufbau als Schnellstapler erhalten.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Akkumulatoren-Fachmann
Betriebsleiter

Spezialist für Starter-Batterien, Groß-Oberflächen-Platten, firm in den modernsten Herstellungsmethoden, Bleistaub-Verwendung, sucht sich gelegentlich in leitende Stellung zu verändern.

Offerten unter **E. 5082** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektro-Ing.

29 J., led., mehrj. Praxis und Erfahrung i. Bau v. Stark- u. Schwachstromanl. aller Art.

Z. Zt. als Geschäftsführer eines Eltw.

sucht Stellung gleich welcher Art, a. liebst. bei einem Eltw. Angeb. u. **E. 5156** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

Konstrukteur

der Fernmeldetechnik

Apparate für Marine u. Flugwesen, auch Hochfrequenz, sucht Position per 1. 3. oder 1. 4. Offert. u. **E. 5180** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Elektr.-Ing. Anf. 30, Arier, i. fest. Stllg. m. vielj. Erf. i. Entw. u. Entwickl. elektr. Zubehöranlg. f. Fahrzeug. all. Art, m. bes. Kenntn. auf d. Geb. d. Spannungsreglg. u. v. Spezialmaschin., Ideenreichtum, viels. techn. Begab. u. Befähigg. zu Forschungsarb. sucht entwicklungsf. selbst. Wirkgskr. Ang. u. **E. 5177** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

LEHRSTELLE

gesucht (Elektro-, Radio-, Maschinenbau od. gl. Firma) für 14jährig. Sohn, bester Schüler. Es wird nur Wert auf gediegene Ausbildung in gutem Hause gelegt. Off. unt. **E. 5134** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Elektroingenieur

34 Jahre, unverh., sucht Stellung. Erfahren in Akquisition und Proj. elektr. Licht- und Kraftanlagen, Ortsnetzbau u. Radioanl. Ang. unt. **E. 5155** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

ETZ-ANZEIGEN
verbürgen den größten Erfolg

Wir suchen zum sofortigen Eintritt einen

jüngeren Ingenieur
oder Werbefachmann

zur Propagierung und Verkauf von elektrischen Wärmegeräten, insbesondere von elektrischen Herden. Berücksichtigt werden nur Bewerber, die eine langjährige praktische und erfolgreiche Tätigkeit auf diesem Gebiet nachweisen können.

Ferner eine

hauswirtschaftliche Beraterin

Dieselbe muß die für diesen Posten notwendigen wärmetechnischen Kenntnisse besitzen, mit dem elektrischen Kochen vollständig vertraut und in der Lage sein, Vorträge zu halten und erfolgreich für die elektrische Küche zu werben.

Angebote mit handgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen sind zu richten an das

Städtische Elektrizitätswerk, Verwaltung der Kreis-Überlandzentrale, Uelzen (Hann.)

Selbständiger
KONSTRUKTEUR

für Schiffs-Installationsmaterial von bedeutender Firma der Branche gesucht. Angebote mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Gehaltsforderung sind zu senden unter **E. 5169** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Preßwerke!

Äußerst tüchtig. u. erfahrener **Betriebsleiter** für **Kunstharz- u. Kaltpreß-Werkstoffe** (mit eig. Verfahren u. neuen Artikeln) mit langjähr. Praxis, ration. Arbeitsmethode u. Sprachkenntn., Ia Organisator, wünscht entsprechenden Wirkungskreis. Angebote erbeten unter **E. 5173** an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9.

Selbständigen Konstrukteur

für Schaltgeräte sucht Berliner Großfirma

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Gehaltsforderungen unter **E. 5171** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Jüngerer Elektro-Ingenieur

mit schöpferischen Gedanken und längerer Werkstattpraxis für die Konstruktion von Scheinwerfern, Dynamomaschinen und and. elektr. Zubehör für Fahrräder und Kraftfahrzeuge gesucht. Bewerber muß imstande sein, die Fabrikat. mit zu überwachen. Handgeschr. Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschr. u. Angabe d. Gehaltsanspr. unter **E. 5175** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9

Gesucht wird ein auf dem Gebiete der **Stromrichter** erfahrener

OBERINGENIEUR

der imstande ist, selbständig die Durchführung von Großversuchen in Kraftwerken zu leiten.

Bewerbungen sind mit ausführl. Angaben über die bisherige Berufstätigkeit, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen zu richten unter **E. 5167** an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Digitized by Google

Ueberseelieferungen der AEG

Mitteilung der AEG.

Unter den von der AEG in den letzten Jahren nach überseeischen Gebieten gelieferten bzw. dort erstellten Anlagen ist besonders bemerkenswert eine Reihe von Dampfturbinen-Kraftwerksausrüstungen für die verschiedenartigsten Sonderverhältnisse.

Für eine chilenische Kohlenmine wurde z. B. von der AEG als Generalunternehmer ein vollständiges

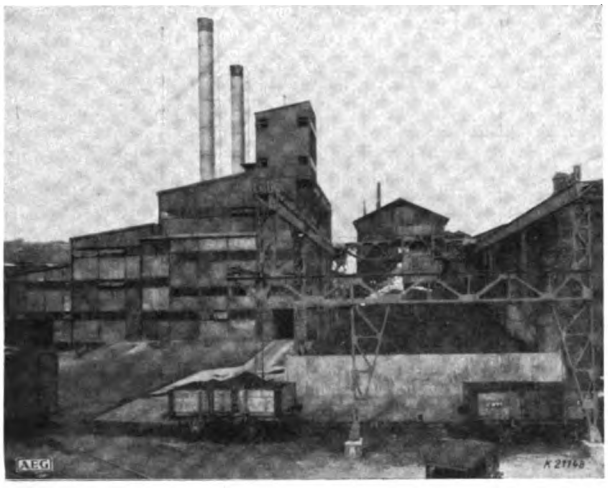


Abb. 1. Kraftwerk der Zuckerraffinerie Viña del Mar (Chile).

Kraftwerk mit zwei Kondensations-Turbosätzen je 4400 kW, Babcock-Kesseln für Verfeuerung minderwertiger Kohle, Wasserversorgung usw. errichtet.

Im Auftrage eines anderen chilenischen Industrieunternehmens, der größten Zuckerraffinerie des Landes, übernahm die AEG die schlüsselfertige Erstellung einer Dampfzentrale (Abb. 1), deren Maschinenanlage aus zwei Anzapfturbosätzen von je 1600 kW und einem 1000 kW-Satz besteht, die in zweigehäusiger Bauart zur wirtschaftlichsten Lieferung der

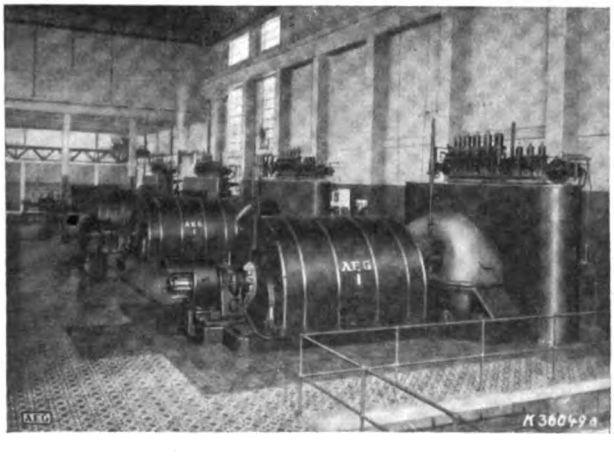


Abb. 2. Vier Frischdampf-Speicherdampf-Turbogeneratoren je 10800 kW im Bahnkraftwerk Bone (Algerien).

erheblichen Mengen von Fabrikationsdampf ausgeführt wurden. Die Kessel dieser Anlage sind für wahlweise Verfeuerung von chilenischer Kohle und Rohöl eingerichtet. Das neue Werk versorgt gleichzeitig einen Stadtteil von Valparaiso mit elektrischer Energie, die dank der für die Raffination erforderlichen großen Kochdampfmengen fast kostenlos gewonnen wird.

Dem Wesen der Generalunternehmerschaft entsprechend wurden beide Kraftwerke in allen Einzelheiten nach den Entwürfen der AEG ausgeführt.

Während für die Betriebsverhältnisse der Zuckerraffinerie Anzapfturbinen am geeignetsten waren, kamen für eine staatliche Petroleumraffinerie Argentiniens Abdampfturbosätze in Frage. Sie sollten die Stromversorgung einer vorhandenen Anlage und deren Erweiterung übernehmen. Von den zahlreichen Pumpenantrieben durch Kolbendampfmaschinen stehen erhebliche Mengen — allerdings stark wasser- und ölhaltigen — Abdampfes von etwa 0,5 atü zur Verfügung, die für den Betrieb zweier reiner Abdampfturbosätze von je 3250 kW ausreichen. Mit Rücksicht auf den außerordentlich niedrigen Dampfdruck ergaben sich erhebliche Abmessungen von Rohrleitungen, Turbinen und Kondensatoren. Die gestellte Aufgabe war durch den Umstand erschwert, daß die neuen 3250 kW-Abdampfturbosätze in einem Maschinenhaus unterzubringen waren, das seinerzeit für die Aufnahme von 300 kW-Gegendruckturbinen errichtet worden war. Eine selbsttätige Regelanlage sorgt für Aufrechterhaltung des erforderlichen Dampfdruckes durch Zufuhr gedrosselten Frischdampfes bzw. Abfuhr der überschüssigen Abdampfmengen.

Wieder eine andere Art von Sonderturbinen wurde für ein algerisches Bahnkraftwerk geliefert. Hier

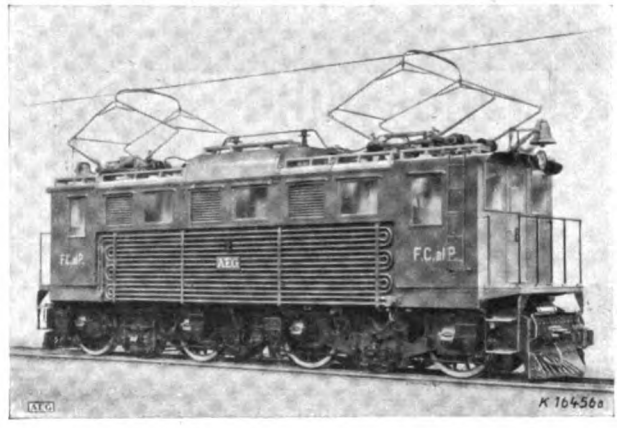


Abb. 3. Vollbahnlokomotive für die Staatsbahnen in Costa-Rica.

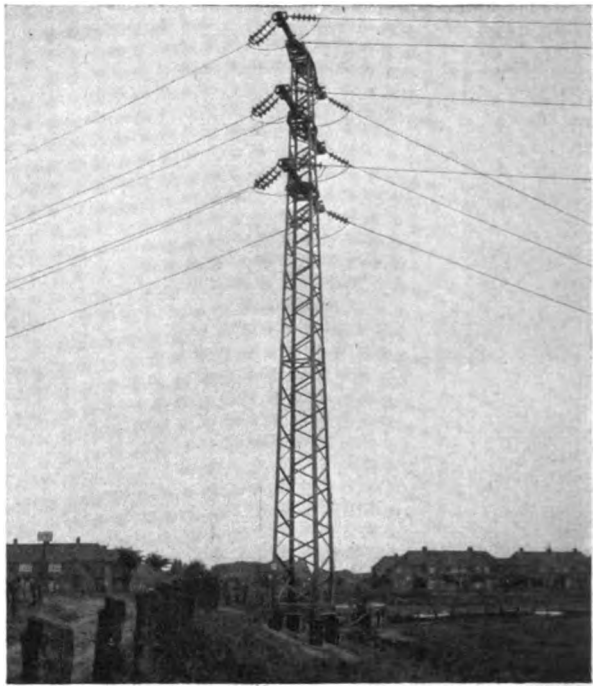
handelte es sich um die Bewältigung eines Belastungsdiagramms, bei dem neben einer mittleren Belastung von 5400 kW durch den Zugbetrieb bedingte Spitzen von bis zu 17 500 kW erwartet wurden. Man entschloß sich daher zur Aufstellung von Ruths-Dampfspeichern und Frischdampf-Speicherdampfturbosätzen. Vier solcher Einheiten von je 10 800 kW Höchstleistung (Abb. 2) kamen zur Aufstellung. Sie sind sowohl für reinen Frischdampfbetrieb oder reinen Speicherdampfbetrieb als auch gemischten Betrieb geeignet. Bei dieser Anlage dürfte es sich um das größte Frischdampf-Speicherdampf-Bahnkraftwerk der Welt handeln.

Auf anderen Gebieten ist die eben in Betrieb gesetzte vollständig elektrische Ausrüstung der drei neuen großen staatlichen Zuckerfabriken des Freistaates Irland bemerkenswert. Sie umfaßt u. a. sechs Generatoren von je 3000 kVA, drei zehnfeldrige Hauptschaltertafeln, fast 500 Motoren mit einer Gesamtleistung von nahezu 15 000 PS, darunter allein 72 gleiche Zentrifugenantriebe, die gesamte Kraft- und Lichtinstallation, die letztgenannte mit 2100 Lampen von 40 bis 500 W usw.

Von den in der letzten Zeit hereingeholten Aufträgen seien noch zwei Großturbosätze für Japan von 35 000 bzw. 53 000 kW erwähnt und zwei Vollbahnlokomotiven für die Staatsbahnen in Costa-Rica, bei denen sich bereits acht AEG-Lokomotiven gleicher Bauart (Abb. 3) in Betrieb befinden.

Digitized by Google

Aus der Bildermappe unserer Lieferungen:
***Feuerverzinkter Gittermast** auf*
***Larssen-Spundwandkästen** fundiert*



Stahlwerke Brüninghaus A.-G.
Sonderabteilung „Gittermaste"
Westhofen in Westfalen

Selen-
Trocken-Gleichrichter

für hohe Spannungen
und große Stromstärken

Betriebssicher
Hoher Wirkungsgrad
Praktisch unbegrenzte Lebensdauer

Seit Jahren bewährt für:
Akkuladung und -Pufferung
Direkte Speisung von Fernmelde- und Signalanlagen aus dem Wechselstromnetz
Erregung von Gleichstrommagneten
Stromversorgung galvanischer Anlagen — Meßtechnik
Fahrzeugbeleuchtung
Verschiedene Zwecke der Radiotechnik

Man verlange neue Preisliste!

Süddeutsche Apparatefabrik GmbH
Nürnberg 2
Schließfach 282

S.A.F. NÜRNBERG

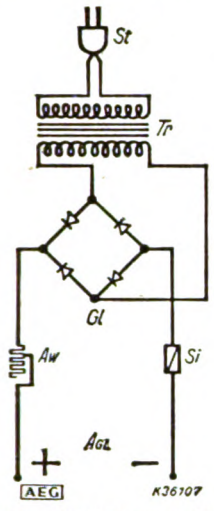
Aktiengesellschaft für Metallindustrie
SOLINGEN-OHLIGS

Digitized by Google

Trocken-Gleichrichter zur Ladung von Kraftrad-Batterien*).

Mitteilung der AEG.

Die richtige Beleuchtung eines Kraftfahrzeuges und der Fahrstraße durch das Fahrzeug selbst sind mit eine der Grundbedingungen für eine einwandfreie und sichere Verkehrsabwicklung sowohl für den Fahrer als auch für den Fußgänger. Allein die elektrische Beleuchtung erfüllt die hierfür zu stellenden Ansprüche. Als Stromquelle haben die Kraftfahrzeuge eine direkt oder indirekt durch den Motor angetriebene Lichtmaschine, der eine Batterie parallel geschaltet ist. Die Batterie dient dazu, bei Stillstand des Fahrzeuges die Stromlieferung für die Kennlampen zu übernehmen. Für Krafträder gilt das gleiche, und zwar ist hier die Spannung von 6 V eingeführt; dementsprechend findet eine dreizellige Bleibatterie Verwendung, wenngleich vereinzelt auch alkalische Batterien ihres geringen Gewichtes wegen bevorzugt werden.



AGl = Gleichstromanschluß,
Aw = Regelwiderstand,
Gl = Ventilsystem,
Si = Sicherung,
St = Wechselstromanschluß.

Abb. 1. Schaltung des Akkuladers Form TBWs 6/I für drei Zellen 1 A. (Regelwiderstand und Sicherung fallen bei der Normalausführung fort.)

Die Spannung der Lichtmaschine hängt von der Umdrehungszahl des Motors bzw. von der Fahrgeschwindigkeit ab; deshalb sorgt ein Relais dafür, daß die Batterie erst dann der Lichtmaschine parallel geschaltet wird, wenn die Spannung der Lichtmaschine diejenige der Batterie erreicht hat. Wäre diese selbsttätige Schalteinrichtung nicht vorhanden, so würde bei Stillstand oder langsamer Fahrt eine nutzlose und zum Teil schädliche Entladung der Batterie über die Wicklungen der Lichtmaschine erfolgen. Dadurch, daß die Batterie während der Fahrt parallel zur Lichtmaschine liegt, findet zum Teil — vornehmlich während der Tagesfahrt, wenn kein Licht benötigt wird oder nur die Zündspule angeschlossen ist — eine Stromabgabe an die Batterie, d. h. eine Ladung statt. Bei dieser Art der Ladung darf aber mit Rücksicht auf die Lampen keine wesentlich höhere Spannung als 6 V erreicht werden; dies bedeutet, daß die Batterie niemals bis auf 2,75 V, wie dies von den Akkumulatorenfirmen vorgeschrieben ist, aufgeladen wird. Auch ist nicht immer die Gewähr gegeben, daß die entnommenen Amperestunden der Batterie sofort wieder zugeführt werden. Umfangreiche Untersuchungen in Fuhrparkbetrieben haben einwandfrei gezeigt, daß zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit der Batterien in gewissen Zeitabständen eine Vollaufladung an einer hierfür geeigneten Ladevorrichtung erforderlich ist.

Die AEG hat für diese Zwecke größere Ladeanlagen mit Trockengleichrichtern erstellt und nun auch einen kleinen handlichen Trockengleichrichter unter der Bezeichnung Akkulader Form TBWs 6/I herausgebracht, der jedem Motorradfahrer eine einfache und keinerlei Bedienung erfordernde Ladevorrichtung bietet. Abb. 1 und 2 zeigen Schaltung und Gebrauch des Gerätes. Der Akkulader, der für Anschluß an Wechselstrom 220 oder 115 V geliefert wird, besteht aus einem schwarzlackierten Metallgehäuse von 95 mm Breite, 70 mm Höhe und 180 mm Länge in dem der Umspanner und das Gleichrichtersystem, das auf rein elektronischer Grundlage und deshalb ohne Verschleiß arbeitet, untergebracht sind. Der Umspanner hat getrennte Wicklungen, wodurch jede Berührungsmöglichkeit mit dem Wechselstromnetz ausgeschlossen und die Handhabung des Gleichrichters auch für den Nichtfachmann vollständig ungefährlich ist. Für den Wechselstromanschluß ist eine etwa 1,5 m lange Gummiaderschnur mit Normalstecker vorhanden. Für die Abnahme des Gleichstromes sind Kordelklemmen angebracht, die einen einfachen Anschluß jeder Art von Ladeleitungen zwischen den gleichlautenden Polen des Ladegerätes und der Batterie ermöglichen. Der Ladevorgang vollzieht sich vollkommen selbsttätig, und zwar stellt sich zu Beginn der Ladung ein Strom von etwa 1 A ein, der bis zum Ende der Ladung auf 0,4 A abfällt. Der in Abb. 1 dargestellte Regelwiderstand und die Gleichstromsicherung sind bei der Normalausführung nicht vorgesehen, sondern kommen nur dann in Frage, wenn außer der dreizelligen Kraftrad-Batterie mit demselben Gerät auch zweizellige Rundfunk- oder ähnliche Batterien geladen werden sollen.

Werden eine Kapazität der zu ladenden Batterie von 7 Ah und ein Strompreis von 0,16 RM/kWh eingesetzt, so kostet eine Ladung weniger als 0,03 RM.

Die Anschaffung einer Batterie und des beschriebenen Ladegerätes ergeben die einfachste und billigste Möglichkeit, alte Krafträder die noch Karbid-Beleuchtung haben, mit einer guten elektrischen Lichtanlage zu versehen. Hierbei fällt auch die bei Gleichstrom-Lichtmaschinen nicht zu umgehende Wartung fort. Der Gleichrichter wiegt nur etwa 1 kg; er kann also leicht mitgeführt werden. Hierbei ist die Anbringung einer unverwechselbaren Steckdose an die Batterie zu empfehlen.

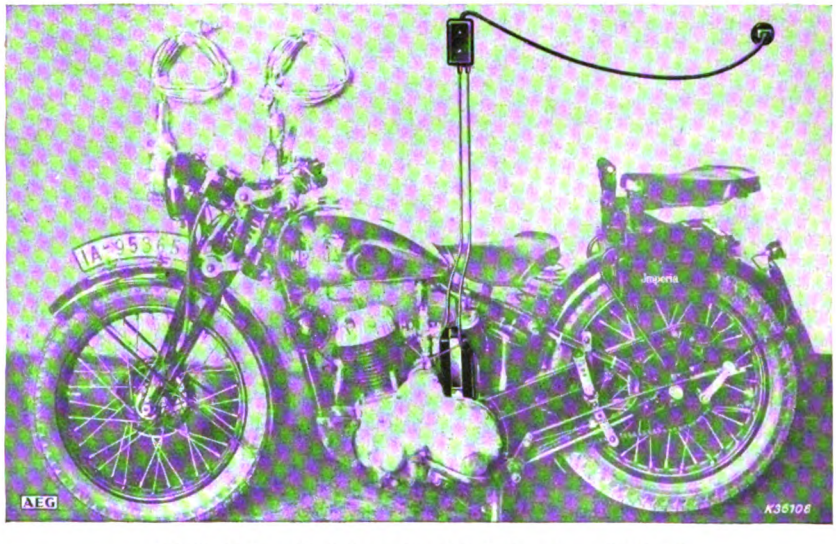


Abb. 2. Gebrauchschaltung des Akkuladers Form TBWs 6/I.

Das beschriebene Ladegerät kann außer für den angegebenen Verwendungszweck auch zur Ladung von Kleinbatterien aller Art, wie z. B. für Notbeleuchtung, Relais- und Signaleinrichtungen und dergleichen benutzt werden. Es ist ferner zur Speisung von elektrischen Spielzeugen und zur Felderregung elektrodynamischer Lautsprecher mit Niederspannungswicklung sowie als Experimentier-Gleichrichter für Lehr- und Anschauungszwecke gut geeignet.

*) s. auch AEG-Druckschrift Q/V 1091.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Spezialist für Installations-Material u. Starkstrom-Leitungen (Entwicklung und Propaganda)

Erfahrener Reise-Ingenieur, 44, wirklicher Installationsfachmann und Vorschriftenkenner, zugel. Sachverständiger und gründlicher Praktiker. Ausbildungsgang: Gelernter Elektriker, 3 Jahre leit. Monteur, 6 Semest.Techn., 3 Jahre Abnahme-Insp., 8 J. Mont.-Ing., (Große Hausinstallat., Ortsnetzbau, Schalt- und Ind.-Anl., Begutacht. elektr. Anl.) 5 JahreWerbevortr.-Praxis u. techn. Unterstütz. der Reisevertr. Nachweisl. befähigt erfolgr. Schutzrechte (Inst.-Mat.) zu bringen, wünscht sich in aussichtsr. Stell. zu veränd. Off.u.E.5217 a.d.Anz.-Abt.d.ETZ,Bln.W9,erb.

Dipl.-Ing., erste Kraft der Elektro- u. Maschinenbautechnik in Theorie u. Praxis, seit 10 Jahren in verantwortungsv. ungek. Stellung im Großkonz., erfahr. im Umgang m. Behörd., firm i. Entw. u. Projektier. v. elektr. Licht- u. Kraftanlag., 38 J., gute Erschein., zielbew., energ. u. arbeitsfreudig, Führersch.,

sucht leitende Stellung

in Industrieunternehmen gleich welcher Art. Angebote erbeten unter **E 5222** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Oberingenieur

ungekündigt, erstklassiger und bekannter Fachmann für

Installationsmaterial

(Sicherungen, Schalter, Fassungen usw.), mit der Konstruktion und Fabrikation bestens vertraut, sucht neue leitende Position, am liebsten techn. Leiter einer Spezialfabrik. Ang. u. **E. 5233** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Junger Elektroingenieur

mit vielseitigen Kenntn. in Betrieb u. Überwachg. von Nieder- u. Hochspann.-Anlagen, sowie in der Rauchgasprüf- u. Temperaturmeßtechn. sucht entwicklungsf. Stellung. Off. unt. **E 5221** an die Anz.-Abt. der ETZ., Berlin W 9, erb.

ETZ-ANZEIGEN
verbürgen den größten Erfolg

Wir suchen für unsere Fabrikabteilung für Rundfunkgeräte einen erfahrenen

INGENIEUR als Leiter des Prüffeldes

Reflektiert wird auf eine energische Persönlichkeit mit organisatorischen Fähigkeiten, gediegenen technischen Kenntnissen und entsprechender Praxis bei großen Firmen.

Wir suchen ferner einen selbständigen

KONSTRUKTEUR

der mehrjährige Erfahrungen in der Konstruktion von Empfangsgeräten besitzt.

Angebote mit Lichtbild, Zeugnisabschriften und Gehaltsforderung erbeten an

SACHSENWERK Licht- und Kraft-Aktiengesellschaft
Personalabteilung / **Niedersedlitz-Dresden** (5229)

Berechnungs-Ingenieur

für Drehstrommotoren mittlerer Größe, Gleichstrommaschinen, Umformer und Transformatoren gesucht.

Nur sichere Rechner, die selbständig arbeiten können und bereits über einige Jahre Praxis verfügen, wollen sich melden. Angebote mit Gehaltsanspruch, Lichtbild, Werdegang und Angabe des frühesten Eintrittstermins erbitten

GEBRÜDER KÖHL, Elektromotoren-Werk, Saarbrücken, Dudweiler Straße 8. [5231]

Laboratoriums-Ingenieur

Diplom-Ing., Elektrotechniker mit guten experimentellen und theoretischen Vorkenntnissen und Erfahrungen auf dem Gebiete der elektrischen Meßtechnik sofort gesucht.

Angebote mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Gehaltsforderungen unter **E. 5232** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Wir suchen zu baldigem Dienstantritt

jüngere Elektro-Diplom-Ingenieure

für **Anfangsstellungen**, insbesondere als Angebotsingenieure.

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild unter Kennwort: „Diplom" erbeten an [5181]

Siemens-Angestellten-Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude

Mittlere Elektro-Motorenfabrik sucht einen ganz besond.tüchtig.

Ingenieur als Fabrik-Direktor

Es kommen nur Herren in Frage, welche über große Erfahrungen im Elektro-Maschinenbau verfügen, mod. Fabrikationsmethoden auszunutzen verstehen u. im Verkehr mit Abnehmerkreisen u. Behörden bewand. sind. Vorwärtsstrebendem Herrn ist Gelegenheit geboten, sich nach Einarbeitung mit eigenem Kapital zu beteiligen. Bewerbungen mit Lichtbild, Ansprüchen usw. erbeten unt. **E. 5230** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9.

Fortsetzung auf Seite 16.

Digitized by Google

Fernbetätigte Motorschutz-Oelschalter Form MSBO für 60 u. 125 A.

Mitteilung der AEG.

Die AEG-Motorschutz-Oelschalter Form MSBO für 60*) bzw. 125 A**), 500 V sind unverklinkte, fernbetätigte Schaltgeräte. Durch die Wahl entsprechender Auslöser sind sie auch für kleinere Stromstärken verwendbar.

Die Betätigung kann erfolgen: 1. unmittelbar am Schalter durch die eingebauten Druckknöpfe, die

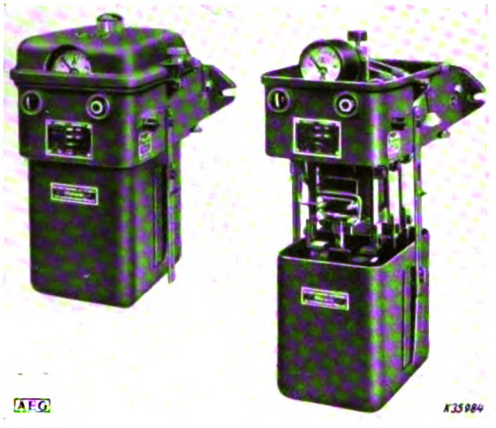


Abb. 1. Motorschutz-Oelfernschalter Form MSBO für 60 A, 500 V.

gegen unbeabsichtigtes Hineindrücken durch einen Schutzkragen geführt sind, 2. von jeder beliebigen Stelle aus durch besondere Druckknöpfe***), die in Isolierstoff-, Stahlblech- und Gußgehäuse lieferbar sind, und 3. durch Schwimmerschalter, Druckschalter oder Relais, wobei eine noch zu erwähnende Wiedereinschaltsperre vorzusehen ist.

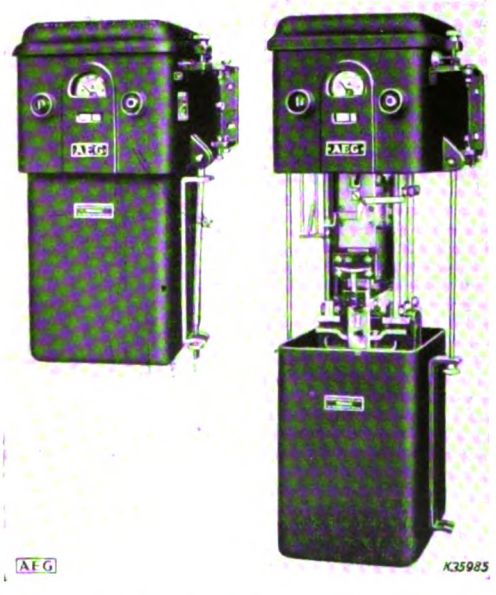


Abb. 2. Motorschutz-Oelfernschalter Form MSBO für 125 A, 500 V.

Die Schalter, die in den Abb. 1 und 2 dargestellt sind, haben für den Ueberlastungsschutz Wärme-(Bimetall-)Auslöser, die durch eine Einstellvorrichtung den Betriebsverhältnissen genau angepaßt werden können. Diese Auslöser gewähren nicht nur einen zuverlässigen Schutz der angeschlossenen Motoren, sie gestatten auch deren weitestgehende Ausnutzung. Die Bimetallauslöser bestehen aus hochwertigen Nickelstählen, sind frei von Alterungserscheinungen und elastischen Nachwirkungen selbst bei höchster Beanspruchung. Ferner sind sie auch mechanisch sehr widerstandsfähig, so daß ein Verbiegen und damit eine Veränderung der Auslösegrenzstromstärke so gut wie ausgeschlossen ist.

Zum Schutz gegen Kurzschlüsse dient ein dreipoliger, elektromagnetischer Schnellauslöser.

Die Schaltleistung ist bei beiden Schalterleistungen sehr hoch. Der MSBO 60 unterbricht bei 60 A Nennstrom und 500 V ohne Beeinträchtigung seiner Betriebsfähigkeit in 1 bis 2 Halbperioden 10 000 A, der MSBO 125 entsprechend bei 125 A Nennstrom und 500 V in der gleichen Zeit 12 000 A.

Die hohe Schaltleistung wird unter anderem durch den Schlaganker erreicht, der das Zusammenschweißen der Kontakte sicher verhindert. Er reißt auch bei den höchsten, gewährleisteten Kurzschluß-Stromstärken die sich etwa bildenden Schweißstellen vor dem Erkalten auseinander und bringt den Schalter sicher zur Oeffnung.

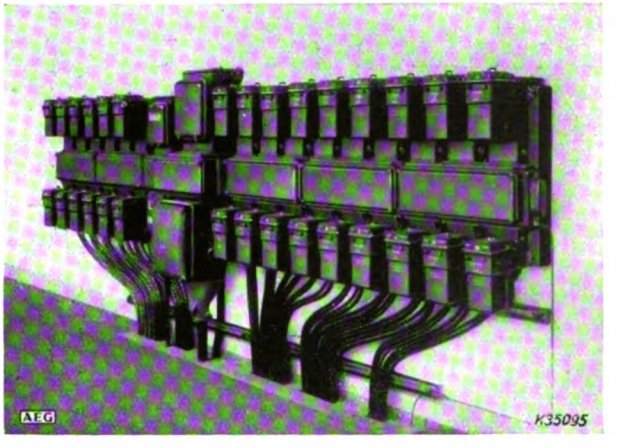


Abb. 3.
Schaltanlage Bauform N mit 30 Motorschutz-Oelfernschaltern.

Bemerkenswert ist, daß die Abmessungen trotz der großen Schaltleistung sehr klein sind. So ist der MSBO 60 etwa 300 mm hoch und 140 mm breit, während die entsprechenden Abmessungen des MSBO 125 475 mm und 275 mm betragen. Die kleinen Abmessungen erleichtern wesentlich die Unterbringung, insbesondere auch den unmittelbaren Anbau an Werkzeugmaschinen u. dgl.

Die Schalter sind jedoch nicht nur für Einzelanbringung geeignet, sondern ebenso für den Anbau an gußgekapselte Schaltanlagen der Bauformen N (Abb. 3) und U*).

Durch genügende große Anschlußräume ist der Anschluß sehr erleichtert.

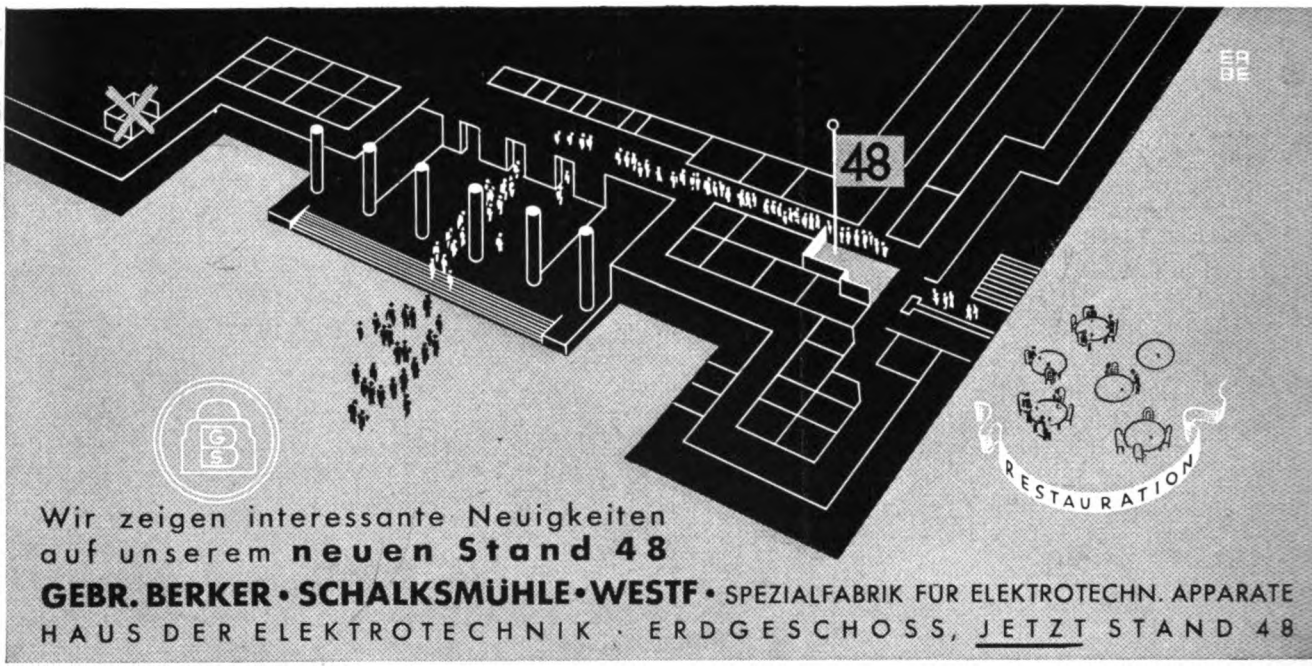
Das „Pumpen" der Schalter, d. h. das dauernde Wiedereinschalten auf einen Kurzschluß ist durch eine Wiedereinschaltsperre unmöglich gemacht. Durch einen seitlich angeordneten Drehknopf kann die Sperrung aufgehoben werden. Bei der Betätigung des Schalters durch Geräte mit Dauerkontakt wird auch eine Sperrung des Wärmeauslösers vorgesehen, die dann ebenfalls durch den erwähnten Drehknopf entriegelt werden kann.

Die Schalter können schließlich noch auf Wunsch mit Berührungschutz durch Fehlerspannungsauslöser (RWE-Heinisch-Riedl) ausgerüstet werden.

*) s. auch AEG-Druckschrift Sa/V 1417 a.
**) s. auch AEG-Druckschrift Sa/V 1452.
***) s. auch AEG-Druckschrift Sa/V 1450.

*) s. auch AEG-Druckschrift Sa/V 1460.

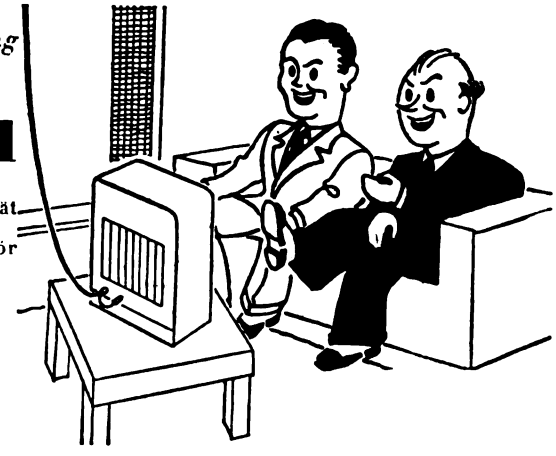
Digitized by Google



Endlich störungsfreier Empfang . . .

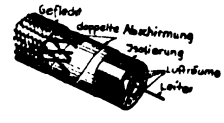
Auch diese glücklichen Hörer verdanken ihren reinen Empfang dem 1000fach bewährten

Kapa-Gold-Kabel



Besondere Vorzüge des Kapa-Gold-Kabels: Kapazität unter 23 cm • Einfache Verlegung • Unauffälligkeit • Reichhaltiges Zubehör

Verlangen Sie unsere Druckschriften



Leipziger Frühjahrsmesse: Haus der Elektrotechnik, Erdgeschoß Stand 41

Kabelwerk Vacha A.-G. / Vacha (Rhön)

ISMET

TRANSFORMATOREN

für industrielle u. gewerbliche Zwecke jeder Art bis 50 kVA

Zur Messe in Leipzig: Haus der Elektrotechnik, Stand 293

JOH. SCHLENKER METALLWARENFABRIK
JSMET-APPARATEBAU SCHWENNINGEN A/N. (WTTBG.)

Zur Messe: Haus der Elektrotechnik, Obergeschoß, Stand 115

Ellinger & Geißler Fabrik elektrotechnischer Bedarfsartikel
Dorfhain, Bezirk Dresden

Zur Messe: Haus der Elektrotechnik, Obergeschoß, Stand 115

Digitized by Google

Präzisionszähler für Drehstrom*).

Mitteilung der AEG.

Immer mehr setzt sich die Erkenntnis durch, daß bei Großverbrauchszählern auch größere Aufwendungen gerechtfertigt sind. Man braucht sich nur zu vergegenwärtigen, daß Zähler bei Großabnehmern und Übergabestellen des Verbundbetriebes bei Durchgang von Millionen kWh gewaltige Geldbeträge erfassen, bei denen Fehler von 0,1% schon namhafte Summen ausmachen. Es ist früher oft übersehen worden, daß derartige Zähler

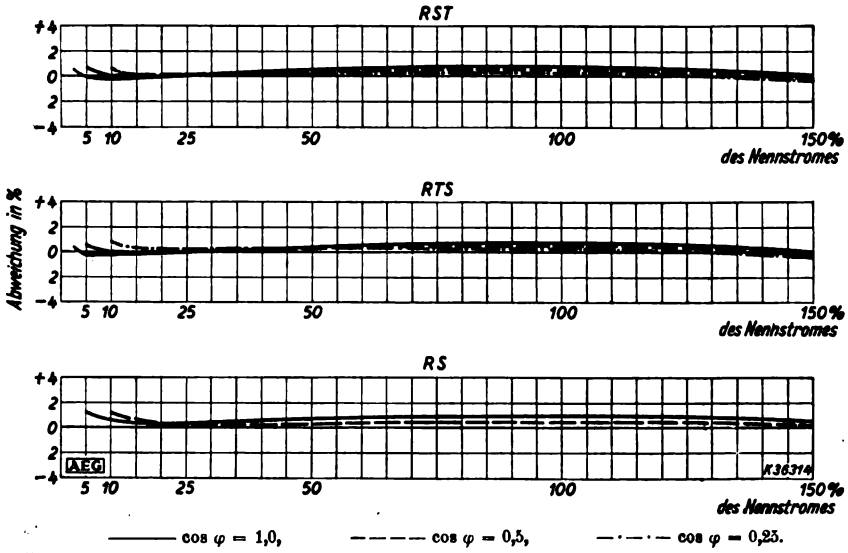


Abb. 1. Fehlerkurven des AEG-Präzisionszählers Form DO 8 P.

auch durch die eingebaute Tarifmechanik — es handelt sich in solchen Anlagen fast durchweg um Tarifsätze — in ihrer Genauigkeit beeinträchtigt worden sind.

Mit den neuen Präzisions-Drehstromzählern hat die AEG Zähler geschaffen, die den Aufgaben, wie sie bei Großabnahme gestellt werden, in jeder Weise gerecht werden. Sie sind aus der bewährten AEG-Bauform D 6 für Dreileiteranlagen hervorgegangen und haben die Bezeichnung DO 8 P (für Dreileiteranlagen Ohne Nullleiter). Sie weisen eine Reihe von Verfeinerungen auf und erhalten eine besonders sorgfältige Laboratoriums-Feineichung. Der Kurvenverlauf ist derart gestreckt, daß er innerhalb der überhaupt praktisch erreichbaren Meßgenauigkeit liegt, die ja durch Ablesefehler, Eigenfehler selbst bester Meßgeräte, Fehler der Stoppuhren u. a. ihre Grenzen hat. Besonders bemerkenswert sind auch die sehr kleinen Fehler bei Phasenverschiebung (Bild 1).

Bei dem Dreileiter-Präzisionszähler Form DO 8 P, 5 A, 110 V läuft das System mit 32 U/min um. Das Drehmoment beträgt 15 gcm; der Eigenverbrauch in der Spannungspule ist 0,22 V; das System wiegt 53 g. Für den Bremsmagneten wird ein besonders sorgfältig gealterter Kobaltmagnet verwandt, der mit einer Einrichtung zur Feineinstellung und mit einer Temperaturkompensation versehen ist. Das Unterlager ist ein Diamantlager. Der Systemanker wird durch eine Haltevorrichtung festgehalten, damit der Zähler beim Versand nicht Schaden nehmen kann. Diese Vorrichtung kann von außen betätigt werden.

Um auch die sprungweise Reibungsbelastung, die das Rollenzählwerk mit sich bringt, zu vermeiden, werden die Präzisionszähler mit einem höchstwertigen Zeigerzählwerk ausgerüstet. Damit die Zähler auch für Doppeltarif verwendbar sind, wurde auch ein Doppeltarif-Zeigerzählwerk (Bild 2) neu entwickelt. Dagegen wird der neue Zähler nicht mit angebautem, anzeigendem oder lochendem oder schreibendem Höchstlastmesser hergestellt, weil die damit verbundenen und unvermeidlich ungleichmäßigen, zusätzlichen Reibungsfehler die erzielte Verbesserung der Genauigkeit wieder zum größten Teil zunichte machen würden. Mit den neuen AEG-Tarifgeräten System Ferrari*) ist man in der Lage, die Aufgaben, die bisher den Höchstlastmessern zufielen, unter Befreiung des kWh-Zählers von den Reibungsbelastungen der Tarifmechanik zu lösen.

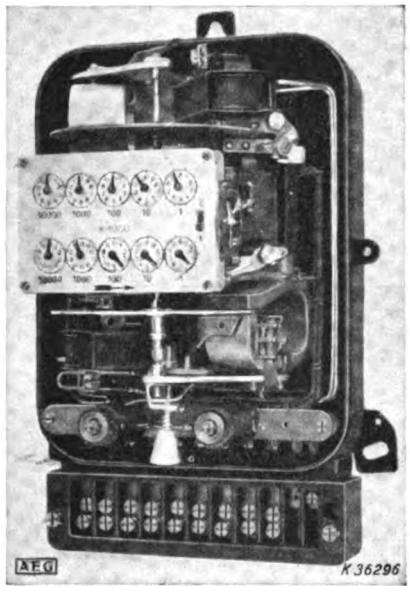


Abb. 2. AEG-Präzisions-Doppeltarifzähler Form TDO 8 P für Drehstrom-Dreileiteranlagen.

Es sei noch bemerkt, daß die neuen Zähler auch als Blindverbrauch-Präzisionszähler — naturgemäß auch für Doppeltarif — hergestellt werden, so daß man in der Lage ist, bei Großabnehmern und an Übergabestellen des Verbundbetriebes vollständige Zählersätze mit der höchsten zurzeit überhaupt erzielbaren Genauigkeit aufzustellen.

*) s. auch AEG-Druckschrift Zt/V 403

Digitized by Google

Neuzeitliche Hochspannungs-Kondensatoren mit Ölpapier-Dielektrikum

Mitteilung der Firma Jaroslaw, Berlin-Weißensee

Als Dielektrikum für Hochspannungs-Kondensatoren hat sich im Laufe der letzten Jahre immer mehr ölgetränktes Papier durchgesetzt, wenn man von den Kondensatoren für sehr hohe Frequenzen absieht, für die auch heute noch Glimmer verwendet wird.

Der Hauptvorteil des ölgetränkten Papieres ist seine vielseitige Verwendungsmöglichkeit, sowie seine elektrische Zuverlässigkeit. Es verbindet eine sehr hohe spezifische Durchschlagsfestigkeit (vielfach über 200 kV pro Millimeter) mit sehr niedrigen dielektrischen Verlusten, die sogar gestatten, es bei Kondensatoren für Mittelfrequenzen, z. B. in Schmelzöfen-Anlagen, zu verwenden. Die hohe Durchschlagsfestigkeit gestattet, mit der spezifischen Beanspruchung höher zu gehen, als es bei anderen dielektrischen Materialien bisher üblich war und dadurch eine beträchtliche Verkleinerung und Verbilligung des Kondensators zu erzielen. Bei geeigneter Wahl der Stärke und Schichtung des Papieres, sowie des Materials ist auch der Verlustwinkel in weiten Grenzen von der Spannung und Temperatur unabhängig. Zur Tränkung werden besondere hochwertige Mineralöle verwendet, deren Eigenschaften noch die der Transformatorenöle übersteigen müssen. Es ist daher verständlich, daß diese hochentwickelten und überlegenen Dielektriken von der Firma Jaroslaw auch für Kondensatortypen verwandt werden, die man noch vor einigen Jahren mit genügender Sicherheit nur aus dem bewährten Hartpapier „Turbonit" herstellen konnte.

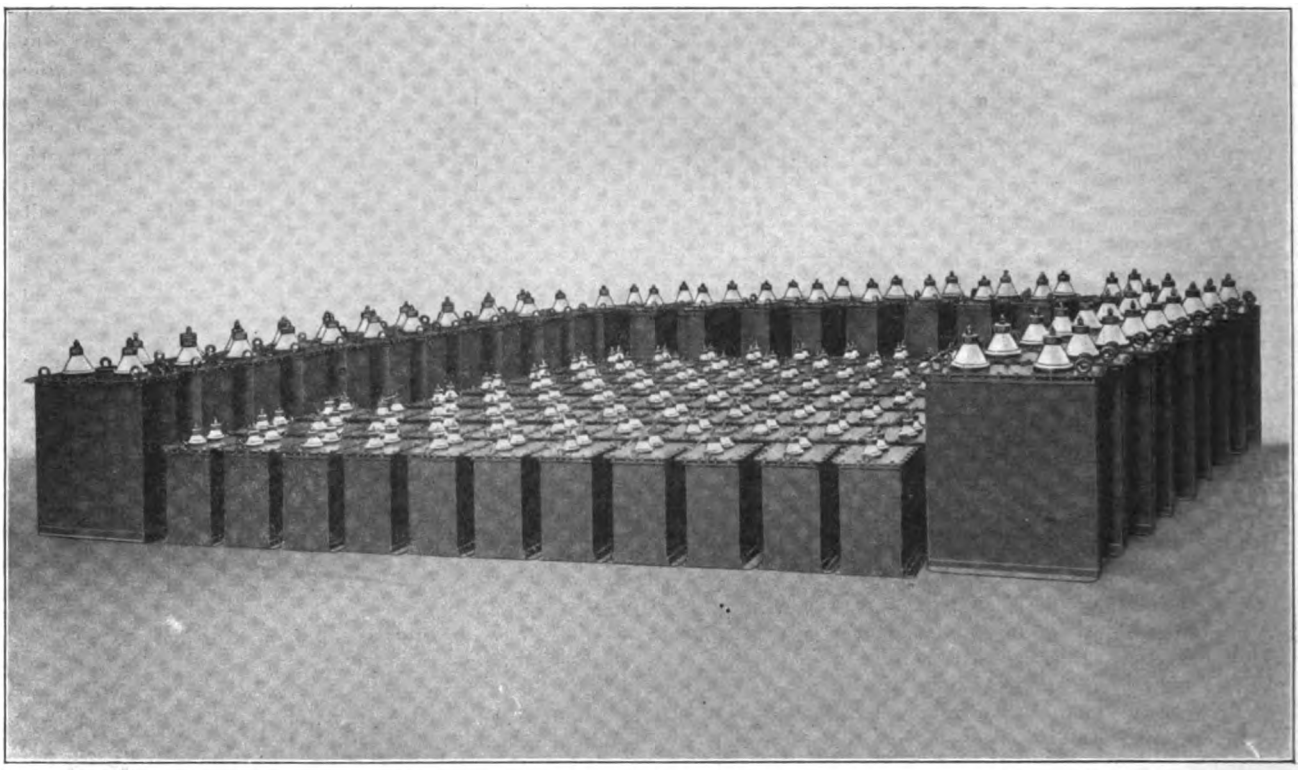


Abb. 1. Glättungs-Kondensatoren in Tropenausführung für 5000 und 12000 Volt Betriebsspannung, 15000 und 36000 Volt Prüfspannung

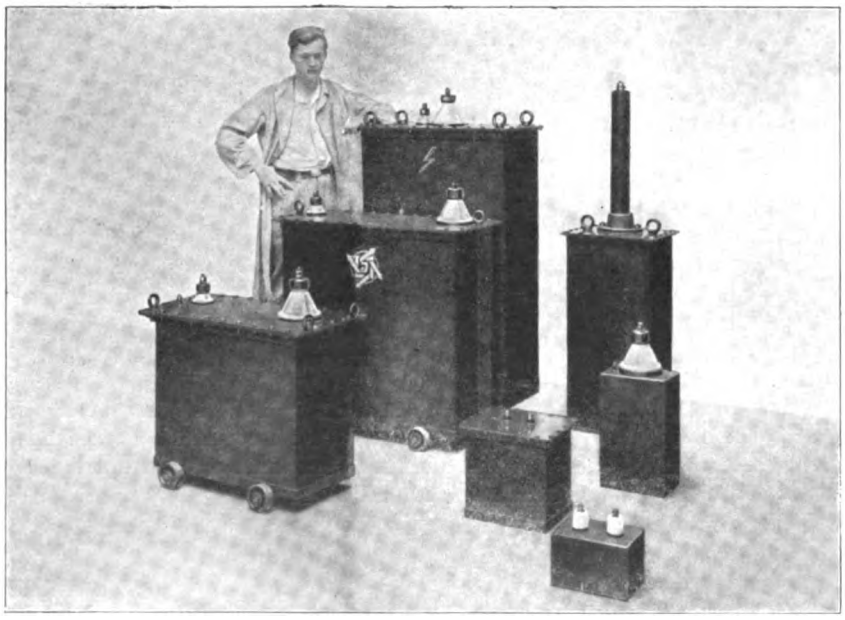


Abb. 2. Verschiedene Hochspannungs-Kondensatoren

Das Ölpapier-Dielektrikum wird sowohl für Gleichspannungs- als auch Wechselspannungs-Kondensatoren benutzt. Die ersteren dienen vorzugsweise zur Glättung welliger Gleichströme, z. B. bei Sendeanlagen des Rundfunks, der drahtlosen Telegraphie usw., sowie bei Gleichrichter- und Röntgen-Anlagen und ähnlichen Spezialzwecken. Gegenüber den früher verwendeten Isolier-

Digitized by Google

materialien gestattet das ölgetränkte Papier auf Grund seiner Temperaturunabhängigkeit die Verwendung auch bei hohen Außentemperaturen.

So stellt Abb. 1 eine Teillieferung dar von Glättungs-Kondensatoren, die mit allerbestem Erfolg in tropischen Ländern seit Jahren arbeiten.

Abb. 2 zeigt unter anderem auch eine Zusammenstellung von Spezialkondensatoren für elektrische Höchstspannungen, wie sie an den modernen Röntgen-, Gleichrichter-, Stoßprüfanlagen u. dergl., auftreten. Auch hier hat der ölgetränkte Papierwickel-Kondensator alle anderen Typen verdrängt. Für manche Zwecke ist eine Ausführungsvariante nach Abb. 3 günstiger, bei der diese Kondensatoren säulenartigen Aufbau zeigen und statt in Eisenkästen in einem

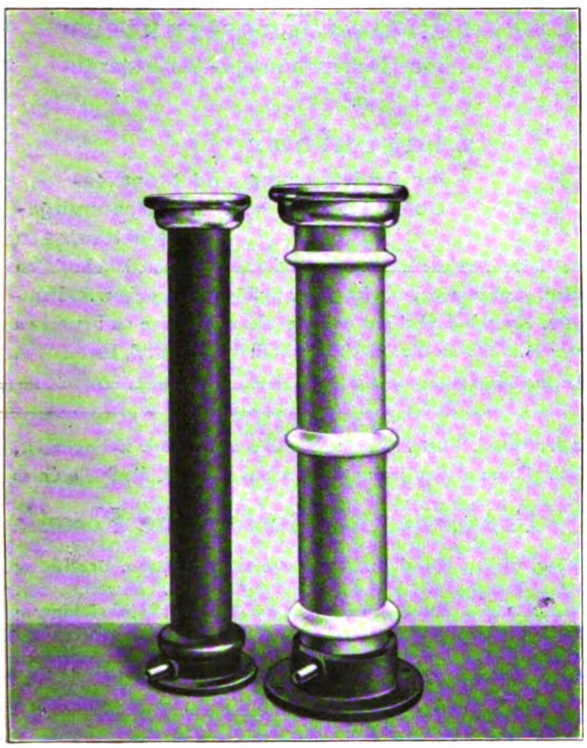


Abb. 3. Röntgenkondensatoren

Isoliergehäuse aus Turbonit oder aus Porzellan (für Tropeninstallation) untergebracht sind.

In technischen Wechselstromnetzen dient der Kondensator vorzugsweise zur Phasenverbesserung. Gerade die letzten Jahre haben die Verwendungsmöglichkeiten von Hochspannungs-Kondensatoren in steigendem Maße gezeigt. So stellt Abb. 4 einen Hochspannungs-Phasenschieber-Kondensator dar für eine Betriebsspannung von 6000 Volt mit einer Blindleistungsaufnahme von 200 BkW.

Während Phasenschieber-Kondensatoren im allgemeinen nur in Netzen bis 15 kV eingebaut werden, obgleich die Kondensatoren auch für wesentlich höhere Spannungen gebaut werden könnten, werden die in Abb. 5 dargestellten Kondensatoren für Hochfrequenz-Telephonie auf Hochspannungsleitungen gerade für die höheren und höchsten Spannungen bis zu 220 kV ausgelegt. Während früher 100 kV Betriebsspannung nur durch Reihenschaltung von zwei Elementen beherrscht werden konnte, macht es jetzt keine Schwierigkeiten, die Kopplungskondensatoren auch für noch höhere Spannungen in einem Stück herzustellen. Ihre Konstruktion ist jetzt so entwickelt, daß sie nicht nur unterhalb und bei der Betriebsspannung niedrige dielektrische Verluste aufweisen, sondern diese auch darüber hinaus, etwa bis zur Prüfpannung, nicht anwachsen.

Es versteht sich von selbst, daß bei Apparaten, die derartig hohen elektrotechnischen Anforderungen genügen müssen, an jedes einzelne Ausgangsmaterial besondere Bedingungen zu stellen sind, und daß große Schwierigkeiten überwunden werden mußten, bevor die jeweils geeigneten Ausgangsstoffe und die Verarbeitungsverfahren, die für jeden Verwendungszweck verschieden sind, gefunden waren. Daß hierzu, abgesehen von den elektrischen Prüffeldern, auch gut eingerichtete physikalische und chemische Labora-

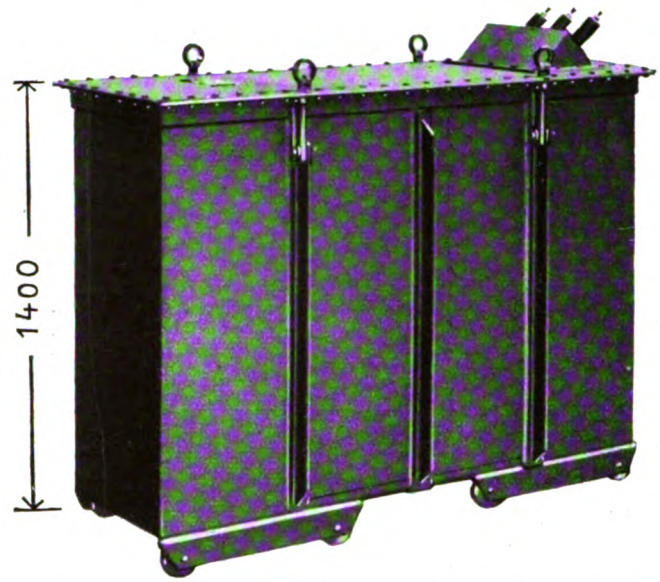


Abb. 4. *Drehstrom-Hochspannungs-Kondensator 200 BkW 6000 Volt Betriebsspannung*

torien gehören, die wieder ihre Erfahrungen in langjähriger Arbeit sammeln müssen, liegt auf der Hand. Derartige Kondensatoren, wie sie oben beschrieben wurden, können daher nur von einer Kondensatorenfabrik ausgeführt werden, bei der die angedeuteten Vorbedingungen restlos

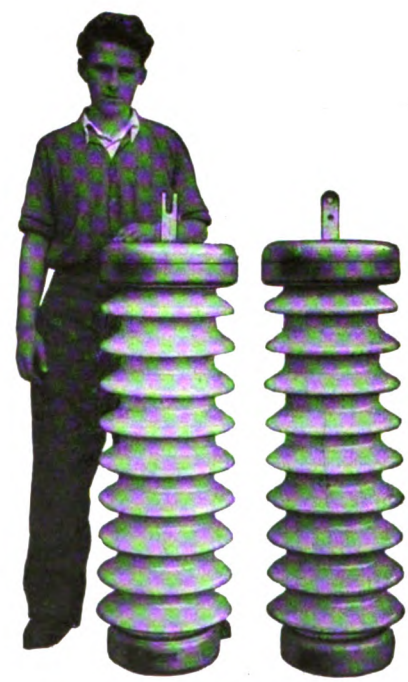


Abb. 5. Kopplungskondensatoren Kapazität 100 cm, Betriebsspannung 100 kV je Einheit

erfüllt sind. Die Firma Jaroslaw in Berlin, die die oben abgebildeten Kondensatoren baute, verfügt seit mehr als 50 Jahren über besondere Kenntnisse auf dem Isolierstoffgebiet und konnte sich daher dem Hochspannungs-Kondensatorenbau zu einer Zeit zuwenden, als die Erkenntnisse der hier herrschenden Gesetzmäßigkeiten noch völlig in den Anfängen steckten.

Digitized by Google

Kaufmännischer Techniker

Dipl.-Ing. für Elektro- u. Maschinenbautechnik, Beleuchtungsspezialist, mit besond. Kenntn. a. d. Gebiet der Gasentladungsröhren u. Reklametechnik, erfahren in Stark- u. Schwachstromverträgen (Telefon), guter Verkaufstechn. u. Projekteur, bewand. in grafischer Statistik, mit Sprachkenntn., **sucht eine neue Position,** wo er seine Fachkenntnisse u. Fähigkeiten hundertprozentig verwerten kann. Er ist z. Zt. in ungek. Stellg. in einem großen Warenhauskonzern als Einkäufer für sämtl. techn. Einrichtungen tätig. Off. u. **E. 5291** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Hochfrequenz-Ingenieur

34 J., Arier, Akadem., erfahr. erfolgr. Konstrukteur (Rundfunkempf., Sender Prüf- u. Laboreinrichtg.) gr. Fabrikationserfahrg., (z. Zt. Betriebsleiter), sicherer Organisator, beste Vertriebserfolge, strebsam, energisch, unermüdl., umfassende Kenntnisse u. Allgemeinbildg., sucht verantwortl. Wirkungskreis. Erste Zeugn. und Referenzen. Anfr. u. **E. 5290** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Dr.-Ingenieur

Mitte 30, Arier, mit vielseitig. Kenntnissen in Stark- u. Schwachstromtechnik, arbeitsfreudige u. zielbewußte Kraft, mit 10jähr. Praxis auf den verschied. Gebieten der Hochspannungstechnik, Kabeltechnik u. Relaistechnik. Projekt. u. Bau elektr. -Anlagen sucht ausbaufähige Stellung. Zuschriften erbeten unter **E. 5287** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektroingenieur, 27 J. alt, techn. Lehranstalt Bodenbach, 1 J. prakt. in Elektrobahnwerkst., 1½ J. in Masch.- u. Kesselh. ein. Elt.-W. in Hochsp., Dreh- u. Gleichstr., Neu- u. Umbau u. 1½ J. in größ. Betr. u. auf Ortsnetze u. Hausinst. sucht entspr. Stelle in Büro od. Betr. Führersch. Ang. u. **E. 5284** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Junger H. F.-Ingenieur mit besten Zeugn., vieljährige Tätigkeit im Röhrenlaboratorium u. -betrieb, z. Z. Sender-Montage, sucht neuen Wirkungskreis. Zuschrift. unt. **E. 5283** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Techn. Zeichner

45 J., verh., seit 3 J. arbeitslos, tücht. mit 3j. Werkst.-Praxis in Schwachstr.-App.-Bau sucht Stellung in Büro oder Betrieb. Angeb. unter **E. 5277** an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9.

Spezial-Ingenieur

für elektr. Temperatur-Meßanlagen und Regler jeder Art, der durch langjähr. Praxis die Konstruktion u. Anwendungsmöglichkeiten dieses Gebietes vollkom. beherrscht und in der Lage ist, einen derartigen Betrieb aufzubauen u. zu leiten, sucht geeigneten Wirkungskreis. Übernehme evtl. auch Vertretungen erster Firmen für das Gebiet Süddeutschland. Off. unt. **E. 5269** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

ELEKTROMEISTER
Konzess. berecht., perf. in allen Stromart. u. Radio sucht Stelle, Pom. u. Ostpr. bevorz. Off. unt. **L. F. 153** bef. **Midag,** Mitteldt. Anz.-Ges. **Leipzig C 1.** [5272]

Wollen Sie etwas

günstig verkaufen? Dann ist das Beste, was Sie tun können, die Aufgabe einer „Kleinen Anzeige" in der ETZ. Die hohe Auflage unserer Zeitschrift und ihre allgemeine Verbreitung in Elektrofachkreisen bürgen für den Erfolg.

Per sofort erfahrener, jüngerer

Konstrukteur

für Anlasser, Fahrschalter, Regulatoren u. ä. gesucht. Ausführliche Bewerbungen mit Lichtbild u. Gehaltsansp. erbeten an das

Sekretariat der AEG Fabrik Stuttgart, Bad Cannstatt, Decker Straße 5 [5273]

Größeres Elektrizitätswerk Westdeutschlands sucht

Diplom-Ingenieur

der Elektrotechn. als Leiter für seine Verkehrs-Abt., der die Bearbeitg. des Anschlußwesens obliegt. Bewerber sollen Installations- od. Abnahmepraxis besitzen, in der Lage sein, dem Personal der Abteil. vorzustehen, organisat. Fähigk. u. Kenntn. des Tarifwesens besitzen sowie mit den einschläg. VDE-Vorschr. vertraut sein. Bewerbg. mit selbstgeschr. Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Bild werden mit Angabe der Gehaltsansprüche erbeten an die Anz.-Abteil. der ETZ, Berlin W 9, unter **E. 5276.**

Wir suchen

1) **Ersten Konstrukteur**
für Hochspannungs-Schaltgeräte
und
2) **Ingenieur**
für Projektierung und Montage-Überwachung von Hochspannungs-Schaltanlagen

Nur Herren, welche auf diesen Gebieten mehrjähr. Erfahrungen haben, werden gebeten, sich unter Beifügung eines kurz. Lebenslaufes, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen zu bewerben unter **E. 5293** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

An der Staatl. Württ. Höheren Maschinenbauschule Eßlingen ist, mögl. schon auf den Beginn d. Sommersemesters, die Stelle eines

Professors für technische Physik

(insbes. Elektro-Physik u. Funktechnik) zu besetzen. Besoldung nach württ. Bes. Gr. 4a. Probezeit 1—2 Jahre. Bewerber mit abgeschl. Hochschulbildung, prakt. Erfahrung u. Lehrbefähigung wollen ihre Meldungen unter Anschluß von Zeugnissen, Lichtbild u. Nachweis der arischen Abst., sowie Angabe des frühest mögl. Eintr. binnen einer Woche bei der Direktion einreichen. [5292]

ELEKTROWÄRME

Erfahrener Fachmann auf dem Gebiet der Elektroheizung für Konstruktion, Projektion und Vertrieb von industriellen Glühöfen und Glühanlagen aller Art zum sofortigen Eintritt **gesucht.** Bewerbungen mit Lichtbild, Lebenslauf, Referenzen, Gehaltsansprüchen an

Voigt & Haeffner A.G., Abtlg. Prometheus, Frankfurt a. M. [5281]

Für Projektierung und Bauüberwachung eines größeren Kraftwerkes

Elektro-Ingenieur

mit den notwendigen Erfahrungen gesucht. Angebote erbeten unter **E. 5278** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

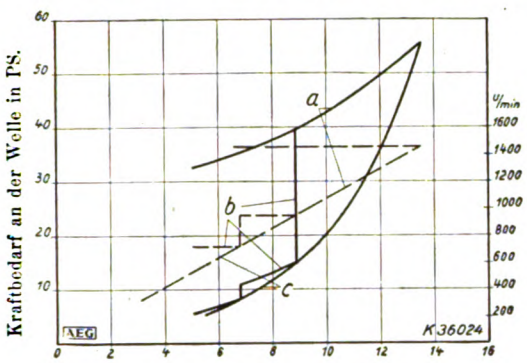
Fortsetzung auf Seite 34

Digitized by Google

Schalter für polumschaltbare Motoren in Kesselanlagen.

Mitteilung der AEG.

In Kesselanlagen mit künstlichem Zug sind die hierfür erforderlichen Ventilatoren und Antriebe für den größten Zugbedarf bei gleichzeitig größter Rauchgasmenge zu bemessen. Bei Teillasten der Kesselanlage muß die Möglichkeit bestehen, die Zugeinrichtung diesen anzupassen. Das kann durch Drosselung im Rauchgasstrom oder durch Aenderung der Drehzahl der Ventilatoren erfolgen. Bekanntlich ist der Kraftbedarf von Saugzuganlagen mit drehzahlgeregelten Antriebsmotoren bei Teillasten geringer als bei Antrieb mit gleichbleibender, der größten Rauchgasmenge und dem größten Zugbedarf entsprechender Drehzahl.



a = Drosselreglung,
b = Drehzahlreglung durch Polumschaltung,
c = Drehzahlreglung durch Widerstände.

Abb. 1. Kraftbedarf eines Saugzuges.

Abb. 1 zeigt einen Vergleich des Kraftbedarfs bei Anwendung der Drosselreglung und bei Verwendung von drehzahlgeregelten Antriebsmotoren: Der Kraftbedarf der Ventilatoren bei Drosselreglung ändert sich fast linear mit der Gasmenge, während er bei Drehzahlreglung sich kubisch verändert.

Nachstehend sei kurz auf die Anwendung von drehzahlgeregelten Antriebsmotoren eingegangen. Es wird hierbei angenommen, daß für den Betrieb der Antriebsmotoren nur Drehstrom zur Verfügung steht und Gleichstrommotoren somit nicht in Betracht kommen.

Die Drehzahlreglung von Drehstrommotoren läßt sich entweder durch Widerstandsreglung im Läuferstromkreis oder durch Anwendung der Polumschaltung erreichen.

Bei Anwendung der Widerstandsreglung können die Verluste, die durch die in den Widerständen vernichtete Leistung entstehen, so erheblich sein, daß diese Reglungsart dort, wo die Ventilatorenanlage im Halblastbetrieb während einer längeren Zeit des Jahres gefahren werden muß, nicht mehr wirtschaftlich ist.

Günstiger liegt die Drehzahlreglung bei Verwendung von polumschaltbaren Motoren. Diese sind so ausgebildet, daß man während des Betriebes, ohne den Motor abzuschalten, von einer Polzahl auf die andere umschalten kann. Die nachteiligen Eigenschaften der Widerstandsreglung, wie Verschlechterung des Wirkungsgrades, Vernichtung von Arbeit, schlechter Leistungsfaktor usw., lassen sich bei polumschaltbaren Motoren vermeiden. Die Bedienung solcher Motoren ist äußerst einfach und geschieht häufig durch selbsttätige bzw. fernbetätigte Apparate. Die AEG hat beispielsweise für die Bedienung der Antriebsmotoren der Saugzug- und Unterwindanlagen im Kraftwerk der Mitteldeutsches Kraftwerk Magdeburg A.-G. eine Reihe derartiger Polumschalter (Abb. 2) geliefert. Diese Schalter sind bestimmt für Motoren von 110 bzw. 90 kW. Die Drehzahlen werden von 1000 auf 750 und 500 U/min bzw. von 600 auf 500 und 300 U/min geregelt. Die obere und untere Leistung und Drehzahl der Motoren liegen in einer gemeinsamen Wicklung, wobei die Pole entsprechend der gewünschten Drehzahl hintereinander oder parallel geschaltet werden. Für die mittlere Leistung und Drehzahl ist eine getrennte Wicklung vorgesehen.

Der Polumschalter besteht aus einer ferngesteuerten Schaltwalze, die durch einen Hilfsmotor verstellt wird. Die Steuerung, zu der ein Stellungsschalter und ein magnetisch betätigter Umschalter gehören, ist so eingerichtet, daß der Polumschalter der jeweils angegebenen Stellung des Steuerschalters folgt. Von der Stellung 0 aus erfolgt die Schaltung über 1 (untere Drehzahl) nach 2 (mittlere Drehzahl) und 3 (obere Drehzahl). Von Stellung 3 kann entweder vorwärts nach 0 oder auf eine beliebige Stellung zurückgefahren werden; es ist aber Vorsorge getroffen, daß die Stufe 3 nur über die Zwischenstufen 1 und 2 geschaltet werden kann. Abb. 2 zeigt einen geöffneten Polumschalter P 35. Der Schalter ist ähnlich einem Kontroller mit Schaltwalze und festliegenden Kontaktfingern ausgerüstet.

Der obere Teil der Walze dient der Fernsteuerung des Schalters selbst, während der untere Teil für die Polumschaltung der nachgeschalteten Motoren entsprechend ausgebildet ist. Walze und Kontaktfinger sind der Schalthäufigkeit im Kesselbetrieb angeglichen und in ihrer Ausführung kräftig gehalten.

Der Schutz der Motoren vor schädlichen Ueberströmen in den drei Betätigungstufen erfolgt in der Form, daß der dem Polumschalter vorgeschaltete Motorschutzschalter mit seinen Wärmeauslösern den Motor in seiner oberen Leistung schützt, während für die einzelnen Zwischenstufen besondere, den dort auftretenden Betriebsströmen angepaßte Wärmerelais vorgesehen sind. Diese sind mit den Auslösespulen des Hauptschalters elektrisch verbunden und bringen ihn im Störungsfalle zur Auslösung. Dieser Schutz kann als den Betriebsverhältnissen entsprechend angesehen werden.

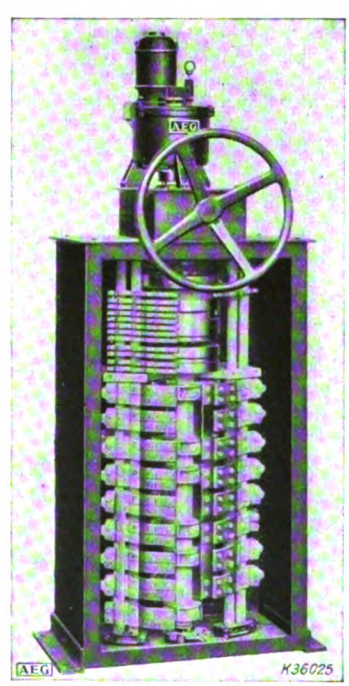


Abb. 2. Polumschalter.

Die Verwendung von polumschaltbaren Motoren nebst den zugehörigen Schaltgeräten sind in ihrem Anschaffungspreis gegenüber widerstandsgeregelten Drehstrommotoren teurer. Unter Berücksichtigung der obengenannten Vorteile jedoch sollte dies bei der Wahl von Motoren für den Antrieb von Saugzug- und Unterwindanlagen unbedenklich in Kauf genommen werden.

Digitized by Google

Elektroingenieur

über 10 Jahre f. führende Großfirma in Baden, Pfalz u. Saargebiet im Außendienst tätig u. bei Großindustrie, Elektrizitätswerken, Behörden und Installationsfirmen bestens eingeführt, sucht neuen Wirkungskreis als

Reisevertreter

nur erstklass. Fabrikate. Angeb. erbeten unter E. 5321 an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Leiter für Konstruktionsbüro

einer größeren Fabrik in Frankfurt a. M. wird zum möglichst baldigen Eintritt

gesucht

Verlangt werden: Reiche Konstruktionserfahrungen auf feinmechanischem und elektrischem Gebiet sowie gute Werkstatts-Praxis. Bewerber müssen energisch und ideenreich sein und es verstehen, den Mitarbeiterstab zielbewußt zu führen und mitzureißen.

Geboten wird: Selbständiges Arbeiten, gute Bezahlung und bei Bewährung Dauerstellung.

Angebote mit Lebenslauf, Lichtbild, Referenzen und Gehaltsanspr. unter E. 5308 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Revisions- und Abnahmebeamter

tüchtig und zuverlässig, vollst. vertraut mit den V.D.E.-Vorschr., sucht umgeh. passende Stellung. Angeb. unter E. 5299 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Hochfrequenz-Ing.

30 J., Dr.-Ing., 5 Jahre Großfirmenlabor., erstklass. Empfängerentwickler, sprachgew., ausgez. Examina, sucht größ. Wirkungskreis. Angeb. unter E. 5318 an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Wir suchen

einige Techniker

für Prüfung und Reparatur von Radioempfangsgeräten.

Bedingungen: Erfahrung und sehr gute Kenntnisse in der elektrischen und mechanischen Prüfung von Rundfunkgeräten. Fähigkeit, Fehler völlig selbständig zu suchen, zu beheben und Sondermessungen durchzuführen.

Handgeschriebene Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschr., Lichtbild und mit Angabe der Gehaltsansprüche erbitten wir unter T 19 ETZ an das Personalbüro der [5324]

Ideal-Werke A.-G., Berlin-Hohenschönhausen

Erster Fachmann Kleinst- und Spezialmotoren

Dipl.-Ing. mit reichsten Erfahrungen durch alleinverantwortl., mehrjährige Tätigkeit im Verkauf und Prüffeld modernster Spezial-Großfirma, Ia Referenzen, in ungekündigt. Stellung, sucht ausbaufähigen selbständigen Wirkungskreis. (Auch bei solider mittl. Firma.) Angebote unter E. 5322 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektroingenieur

21 Jahre, 3 Jahre prakt. Install., Gesellenprüfung, Arbeitspaß, höh. techn. Lehranst. absolv. („Gut" mit Reichsanerkenng.), sucht Anfangsstellg. Ang. unt. E. 5298 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ.

Wir suchen sofort einen jüngeren

Elektroingenieur

gute allgemeine elektrotechnische Kenntnisse in Schwachstrom und Starkstrom erforderlich. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Angabe der Gehaltsansprüche erbeten unter E. 5312 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Regierungsbaumeister

Elektroing., Dipl. 1,9; Staatspr. Sechst., sucht Stellung. Bevorzugt: Kraftwerke, Prüffeld, Projektierg. Gef. Ang. erbet. an

v. Kiesling, Regenstauf bei Regensburg.

INGENIEUR

mit Spezialkenntnissen in der Fabrikation und im Vertrieb von

Glühkathoden-Gleichrichtern

sucht größeren Wirkungskreis. Bewerber ist Arier, Anfang 30, und hat 8jährige Gleichrichter-Praxis. Off. unt. E. 5297 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

AEG

sucht

1) **DIPLOM-INGENIEUR**

in aussichtsreiche und entwicklungsfähige Stellung, mit Eignung für den Vertrieb elektrischer Meßinstrumente:

Kennwort AT. 100

2) **Erfahrenen, selbständigen Konstrukteur**

für elektrische Temperatur-Meßgeräte:

Kennwort AT 101

Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen, möglichst Lichtbild und Angabe des Kennworts an Personal-Verwaltung, Berlin NW 40.

Für unser Konstruktionsbüro für **Rundfunk-Empfangsgeräte** suchen wir zum baldigen Antritt einen

selbständigen Konstrukteur

In Frage kommt nur ein erfahrener Ingenieur mit entsprechender Praxis bei großen Firmen.

Die Stellung ist gut bezahlt und entwicklungsfähig.

Angebote mit Bild und Zeugnisabschriften erbeten an

Sachsenwerk Licht- und Kraft-Aktiengesellschaft (Personalabteilung) **Niedersedlitz-Dresden.**

ETZ-Anzeigen verbürgen den größten Erfolg

Spezialfabrik elektrischer Maschinen in Westfalen sucht sofort **ELEKTRO-INGENIEUR**

mit Kenntnissen im Bau und Berechnen von Elektromotoren, für technisches Büro u. Betrieb. Ausführliche Bewerbungsschreiben mit Lebenslauf, Tätigkeitsübersicht, Zeugnisabschriften, Bild und Gehaltsansprüchen unt. E. 5300 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Digitized by Google

Ein neuer Dreiröhren-Zweikreisempfänger.

Mitteilung der AEG.

Die Leistung eines Rundfunkempfängers wird bestimmt durch die Schaltungsart und die elektrische Bemessung seiner Aufbauteile. Auch die bei Geräten der unteren und mittleren Preisklassen verwendeten einfachen Schaltungen führen zu hervorragenden Empfangsergebnissen, wenn die elektrischen Größen ihrer Bauteile günstig gewählt und die Verluste der Abstimmkreise auf ein Mindestmaß herabgesetzt worden sind. Dies beweist die Leistung des Ende Januar auf dem Markt erschienenen Dreiröhren-Zweikreisers „Geaphon 35WL" (Abb. 1).

Abb. 1. Geaphon 35 WL.

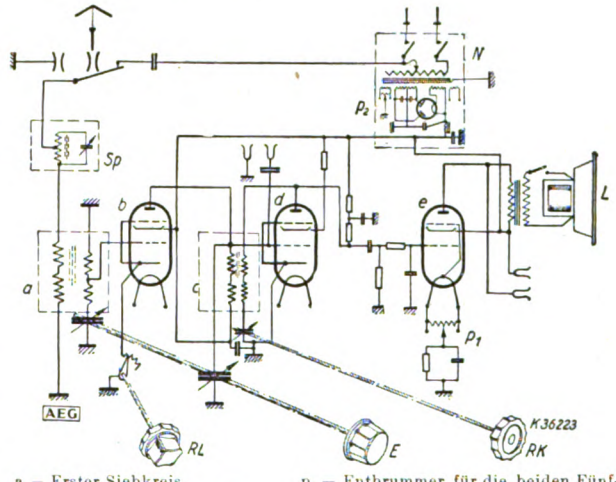
Der elektrische Aufbau und die Wirkungsweise dieses neuen AEG-Empfängers in Geradeausschaltung sind aus dem vereinfachten Schaltbild in Abb. 2 ersichtlich. Die Schwingungen gelangen über die Antennenspule und den angekoppelten ersten Siebkreis an das Steuergitter der ersten Fünfpolschirmröhre (RENS 1294), in deren Anodenleitung der zweite Siebkreis liegt. Diese führt die verstärkte und doppelt gesiebte tonmodulierte Trägerwelle zur Gleichrichtung dem Audion zu, einer kapazitiv rückgekoppelten Fünfpolschirmröhre (RENS 1284). Die hier entstehenden Tonschwingungen gelangen über eine Widerstandskopplung an das Steuergitter der Fünfpolkraftendröhre (RES 964), die den eingebauten elektrodynamischen Lautsprecher betreibt. Die Abstimmung des Empfängers erfolgt durch den mittleren Knopf auf der Vorderseite des Gehäuses, wobei die auf gemeinsamer Achse sitzenden Gleichlauf-Drehkondensatoren eingestellt werden. Die Lautstärke wird auf hochfrequentem Wege durch Veränderung der Empfindlichkeit geregelt, und zwar durch Verschiebung der von einem Spannungsteiler abgenommenen Gittervorspannung der Eingangsröhre RENS 1294, deren Exponentialkennlinie einen großen Regelbereich bei kleiner Gittervorspannungsänderung aufweist. Das Verhältnis zwischen Empfindlichkeit und Trennschärfe kann durch sinngemäße Bedienung der als Feintrenner wirkenden Rückkopplung und des Empfindlichkeitsreglers den jeweiligen örtlichen Empfangsbedingungen angepaßt werden. Ein aufsteckbarer Sperrkreis, der, ebenso wie das Gerät, auf Mittel- und Langwellen umgeschaltet werden kann, drosselt den Bezirkssender weitgehend ab.

Bei der gegenüber früheren Empfängern gleicher Schaltung erheblich gesteigerten Empfindlichkeit des Geaphon 35 WL brauchen im allgemeinen nur der Abstimmknopf und der Lautstärkeregler bedient zu werden. Auf der Rückseite des Gehäuses ist ein Stufenschalter für die Klangfarbereglung angebracht. Zunächst weisen die in dem Gerät verwendeten Fünfpolschirmröhren beträchtlich größere Verstärkungsfaktoren auf als die ehemals benutzten Schirmgitterröhren. Die kleineren Durchgriffe ergeben größere Innenwiderstände, die bei den Hochfrequenzpenthoden in der Größenordnung von einigen Megohm liegen. Der durch diese Voraussetzungen gegebene Vorteil einer größeren Spannungsverstärkung kann nur durch einen entsprechend großen Resonanzwiderstand des Abstimmkreises hinter der Anode der Fünfpolschirmröhre ausgenutzt werden. Eine weitgehende Verminderung des Verlustwiderstandes und daraus sich ergebende Erhöhung des Resonanzwiderstandes eines Siebkreises kann nur durch Verwendung äußerst dämpfungsarmer Hochfrequenzspulen mit Eisenkern erreicht werden. Mit derartigen Spulen ausgerüstete Schwingungskreise, die einen Resonanzwiderstand von etwa 0,5 Megohm erreichen, sind dem Innenwiderstand der Fünfpolschirmröhren hinreichend angepaßt.

Die Größen für die Selbstinduktion der Eisenspulen werden, ebenso wie diejenigen für die Kapazität der Drehkondensatoren, zur Erzielung eines guten Gleichlaufs und einer entsprechend großen Empfindlichkeit und Trennschärfe mit Genauigkeiten abgeglichen, die nur wenige Tausendstel von ihren vorgeschriebenen Sollwerten abweichen dürfen.

Die Anwendung von nur zwei verlustarmen Abstimmkreisen bringt die für den Fernempfang wichtigen Eigenschaften der Empfindlichkeit und Trennschärfe in ein richtiges Verhältnis zueinander. Die Bandbreite der Siebkurve des Empfängers durch Hintereinanderschalten einer noch größeren Zahl von verlustarmen Abstimmkreisen stärker zu beschneiden, ist mit Rücksicht auf den Tonumfang der Klangwiedergabe nicht zulässig.

Geaphon 35 WL besitzt also wegen der Hochwertigkeit und der günstigen elektrischen Größen seiner Aufbauteile einen sehr guten Wirkungsgrad. Eine ausreichende Reserve an Empfindlichkeit ist vorhanden; durch entsprechende Einstellung der Rückkopplung kann sie dort ausgenutzt werden, wo der niedrige örtliche Störpegel eine weitere Verstärkung noch zuläßt und besonders schwach einfallende Sender eine solche notwendig machen. Durch sinngemäße Bedienung der Rückkopplung und des Empfindlichkeits- bzw. Lautstärkereglers kann außerdem eine weitere Steigerung auch der Trennschärfe, allerdings auf Kosten des Tonumfanges der Wiedergabe, erreicht werden.



a = Erster Siebkreis,
b = Erste Fünfpolschirmröhre RENS 1294,
c = Zweiter Siebkreis,
d = Zweite Fünfpolschirmröhre, RENS 1284,
e = Fünfpolendröhre RES 964,
p_1 = Entbrummer für Fünfpolendröhre,
p_2 = Entbrummer für die beiden Fünfpolschirmröhren,
E = Einstellung der Sender,
L = Elektrodynamischer Lautsprecher,
N = Netzteil,
RK = Rückkopplung,
RL = Lautstärke- bzw. Empfindlichkeitsreglung,
Sp = Sperrkreis.

Abb. 2. Vereinfachtes Schaltbild.

Der hohe Wirkungsgrad und der große Tonumfang des dynamischen Lautsprechers bewirken in Verbindung mit der großen Ausgangsleistung der Fünfpolkraftendröhre eine naturgetreue Wiedergabe sowohl bei Rundfunk- als auch bei Schallplattenübertragung.

Die auf einer beleuchteten Skala übersichtlich und leicht lesbar angeordneten Sendernamen können bequem eingestellt werden, da ihre Einstellmarken in besonderen Feldern liegen und sich durch andersfarbigen Untergrund aus der Beschriftung hervorheben. Die Skala fügt sich geschmackvoll in das Edelholzgehäuse ein, das sich durch vornehme Form und Linienführung auszeichnet.

Digitized by Google

Stellengesuche

Welches Kabel- und Drahtwerk sucht

Leiter für Verkaufsabteilung

mit allen der Stellung entsprechenden Spezialkenntnissen, Beziehungen und Referenzen? Mündliche Verhandlungen erwünscht. Zuschriften erbeten unter **E. 5341** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Kunstharzpreßstoff-Fachmann

für Einrichtung und Leitung von Werkzeugbau, Presserei und Offertbearbeitung **sucht** leitende oder ausbaufähige Position. Off. unt. **E. 5339** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Diplomingenieur

Techn. Physiker, Exam. m. gut, Radio- u. Meßtechn., physikal. Chemie, Engl. i. Wort u. Schrift, **sucht Anfangsstellung.** Ang. u. **E. 5342** an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

Elektro-Ingenieur, 26 J., Gesellenpr., 7jähr. Werkstattpr. in Hüttenw. d. Saarg., sucht Anfangsstg. Angeb. u. **E. 5349** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Revisions- und Abnahmebeamter

tüchtig und zuverlässig, vollst. vertraut mit den V.D.E.-Vorschr., sucht umgeh. passende Stellung. Angeb. unter **E. 5299** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Stellenangebote

Wir suchen zum baldigen Antritt einen

Berechnungsingenieur für Transformatoren

und einen

Konstrukteur für Niederspannungsapparate (Schalt- und Steuergeräte).

In Frage kommen nur erfahrene, selbständige Ingenieure, die in gleichen Stellen bereits mehrere Jahre mit Erfolg tätig waren.

Angebote mit Bild, Zeugnisabschr. u. Gehaltsanspr. erbeten an

Sachsenwerk, Licht- u. Kraft-Aktiengesellschaft (Personal-Abteilung) **Niedersedlitz-Dresden.**

Wir suchen für unsere Röhrenfabrik einen

Physiker oder Diplom-Ingenieur

in aussichtsreiche und entwicklungsfähige Stellung. Bewerber sollen möglichst weitgehende und umfassende Kenntnisse in der Entwicklung und Fabrikation von modernen Radio- und Verstärkerröhren besitzen. Bewerbungen sind unmittelbar an uns zu richten.

Süddeutsche Telefon-Apparate-, Kabel- und Drahtwerke A.G. Tekade, Nürnberg 2, Schließfach 98. [5334]

Wir suchen sofort einen jüngeren

Elektroingenieur

gute allgemeine elektrotechnische Kenntnisse in Schwachstrom und Starkstrom erforderlich. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Angabe der Gehaltsansprüche erbeten unter **E. 5312** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Diplomingenieur

der Elektrotechnik

mit mehrjähriger Tätigkeit in der Bearbeitung von Antriebsfragen und größeren Projekten aus den verschiedensten Gebieten der Elektrotechnik von dem Technischen Büro eines großen westdeutschen Hüttenwerkes (eigene Stromerzeugung) **gesucht**

Derselbe muß absolut selbständig arbeiten können, energisch, zielbewußt und gewandt sein im Verkehr mit Firmen und Betrieben.

Ausführliche Angebote mit vollständigem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen unter **E. S. 1747 an die Ala, Düsseldorf,** erbeten.

Bewerbungen, die obigen Anforderungen nicht voll entsprechen, sind zwecklos.

Ingenieur für Relais-Eichraum

mit umfassenden Fachkenntnissen als Vertreter des Eichraumleiters von Großfirma **gesucht.** Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen unter **E. 5337** erbeten an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Konstrukteur

für Schaltgeräte, der bereits auf diesem oder ähnlichen Gebieten tätig gewesen ist, **gesucht.** Angebote mit Angabe der bisherigen Tätigkeit, Zeugnisabschr. u. Gehaltsford. u. **E. 5338** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Wir suchen

Laboratoriumsingenieur (Dipl.-Ing.)

mit reicher praktischer Erfahrung und guten theoretischen Kenntnissen zur Entwicklung von Spezialapparaten u. Elektromaschinen. Es kommen nur Bewerber in Frage, die auch auf neuen Gebieten selbständig arbeiten können; ferner

Konstrukteure

für unser **Rundfunk-Konstruktionsbüro.** Erfahrungen in Massenfabrikation und Werkstatt-Praxis Bedingung. Ausführliche Angebote mit Gehaltsanspr. u. frühest. Antrittstermin sind zu richten unt. **E. 5332** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Digitized by Google

Schnellschalter Form Gearapid

Mitteilung der AEG

Zum Schutz von Gleichstrom-Generatoren, Einankerumformern und von Gleichrichtern, sowie auch als Streckenschalter, besonders in schweren Bahnbetrieben, werden seit langem Schnellschalter verwendet. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß sie Kurzschlußströme in einer Zeit zur Abschaltung bringen, die den Bruchteil der Zeit eines normalen Selbstschalters beträgt.

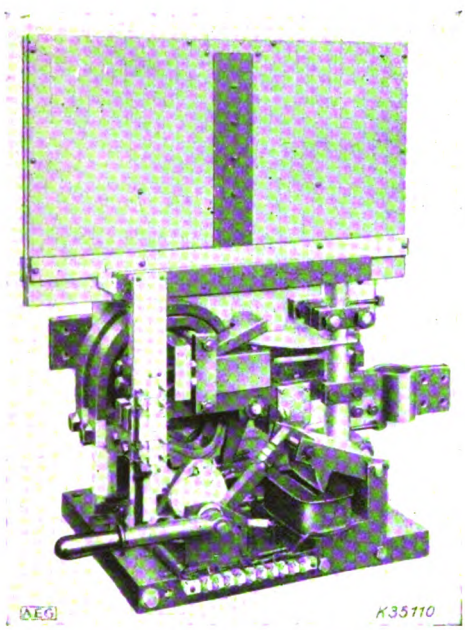


Abb. 1 Gearapid- Schnellschalter für 3000 A, 3000 V.

Die AEG hat in dem Schnellschalter Form Gearapid (Abb. 1) ein Gerät herausgebracht, in dem eine Reihe neuer baulicher Gedanken wirksam verwertet wurde. Zwischen zwei Elektromagneten 1 und 3 (Abb. 2) ist ein Anker 2 beweglich angeordnet. Beide Magnete werden vom Betriebsstrom erregt; sie unterscheiden sich indessen wesentlich durch den Querschnitt des Eisenpaketes. Der kleinere mit geringem Eisenquerschnitt ist der Haltemagnet 1, an dem der bewegliche Anker 2 im normalen Betriebe anliegt, unterstützt durch zwei Federn 5, die den Anker auch im stromlosen Zustand in dieser Lage halten. Mit wachsendem Strom steigt die Zugkraft der beiden Magnete verschieden stark an. Der Haltemagnet ist bald gesättigt, während die Zugkraft des größeren, des Überstrommagneten 3, unvermindert weiter steigt und bei einem bestimmten Stromwert, dem Auslösestrom des Schalters, den Anker von dem Haltemagneten abreißt. Auf dem Wege zu den Polen des Überstrommagneten trifft der Anker auf den Schalthebel 4 und öffnet hierbei den Schalter schlagartig.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Art der Bewegung des Schalthebels gerichtet. Betrachtet man bei einem Schalter die Geschwindigkeit des Schalthebels in Abhängigkeit von der Zeit, so wird man im allgemeinen finden, daß die Geschwindigkeit mit dem Werte Null beginnend allmählich ansteigt und so am Ende des Öffnungsweges ihren Höchstwert erreicht. Es ist einleuchtend, daß der Geschwindigkeitsverlauf vom Standpunkte der Zweckmäßigkeit aus umgekehrt sein müßte. Beim Schnellschalter Form Gearapid hat man dies erreicht, und zwar unter Ausnutzung des Gesetzes vom elastischen Stoß. Bei der Auslösung durchläuft der Anker zunächst eine Strecke leer, bevor er auf den Schalthebel auftrifft. Das Verhältnis der Massen von Anker und Schalthebel ist so gewählt, daß dem Schalthebel durch den Stoß ein Höchstmaß an Bewegungsenergie übertragen wird. Die erste Bewegung des Schalthebels erfolgt entgegen der Zugkraft einer Feder (die bei geschlossenem Schalter den Kontaktdruck ausübt), bis der Anker die Schloßverklinkung löst und dadurch die Zugkraft der genannten Feder umkehrt und ebenfalls im Sinne der Ausschaltung wirken läßt.

Durch die geschilderte Einrichtung öffnet der Schalter im Kurzschluß bereits nach einer Zeit von etwa 1×10^{-3} s, nach Kurzschlußbeginn seine Kontakte.

Bei der Betrachtung des Unterbrechungsvorganges eines Gleichstromkurzschlusses ist man von langsam arbeitenden Schaltern aus die Vorstellung gewohnt, daß der Strom von der im Kurzschluß erreichten Höhe zum Absinken und Verschwinden gebracht werden muß. Man rechnet daher beim Schaltvorgang nur mit einer mit der Zeit fallenden Stromkurve. Bei der Wahl der Stärke der Lichtbogenblasung war man sehr darauf bedacht, daß der Abfall des Stromes nicht mit einer zu großen Stromänderung in der Zeiteinheit erfolgte, um das Auftreten schädlicher Überspannungen zu vermeiden. Infolge der außerordentlichen Schnelligkeit des Gearapid entsteht indessen der Schalterlichtbogen bereits in einem Augenblick, in dem der Strom im Kurzschluß noch im Ansteigen begriffen ist. Im Gegensatz zu langsam arbeitenden Schaltern wurde der Vorgang der magnetischen Blasung mit großem Erfolge in Stromanstieg und -abfall zerlegt. Auf den entstehenden Lichtbogen wirkt ein außerordentlich starkes und auf kleinen Raum begrenztes Feld. Der Lichtbogenwiderstand wird daher innerhalb kürzester Zeit soweit vergrößert, daß der Stromanstieg stark abgeflacht wird und der Strom nur einen Höchstwert erreicht, der einen Bruchteil des Wertes beträgt, den er auf Grund von EMK und Widerstand des Kurzschlußkreises annehmen müßte. Wird der Strom nach Erreichung seines Höchstwertes mit weiter wachsender Lichtbogenlänge kleiner, so befindet sich der Lichtbogen außerhalb des Bereiches des dichten Blasfeldes, und der Strom fällt mit verhältnismäßig kleiner Stromänderung in der Zeiteinheit bis zur völligen Unterbrechung. Die geschilderte Durchbildung der Lichtbogenblasung wurde durch geeignete Anwendung neuer Kontaktformen auf das wirksamste unterstützt. Bei hinreichendem Kontaktdruck ist nur eine kleine Kontaktfläche erforderlich. Dem festen und beweglichen Kontakt wurden Querschnitte langgestreckter Rechtecke ge-

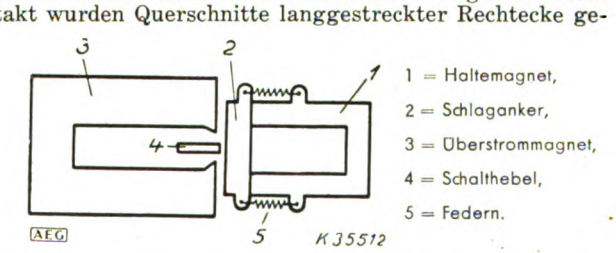


Abb. 2 Magnetanordnung beim unpolarisierten Gearapid-Schalter.

geben, die mit ihren Schmalseiten als Kontaktflächen aufeinander liegen. So war es möglich, die Funkenkammer als sehr engen Kamin auszubilden.

Die Gearapid-Schnellschalter werden für Stromstärken von 300 bis 3000 A und Spannungen bis 3000 V ausgelegt. Infolge seines grundsätzlichen Aufbaues schaltet der normale Gearapid bei Vor- und Rückstrom in gleicher Weise und mit gleicher Geschwindigkeit ab. Durch Einbau einer Polarisationsspule wird der Schalter richtungsempfindlich. Die Abschaltzeiten bei Vor- und Rückstrom verhalten sich bei der polarisierten Ausführung etwa wie 4 : 1. Hierdurch ist ein selektives Zusammenarbeiten mehrerer Gearapidschalter gewährleistet*).

Auf Grund ihrer hervorragenden Eigenschaften werden die neuen Geräte über den bisherigen Verwendungszweck von Schnellschaltern hinaus ganz allgemein zur Schnellabschaltung von Kurzschlüssen im Netz herangezogen.

*) s. auch AEG-Druckschrift Sa/V 1473

Digitized by Google

Stellengesuche

Hochspannungsphysiker

Dr.-Ing., mit erstklassigen Zeugnissen und gründlichen theoretischen Kenntnissen, energisch und zielbewußt, sucht größeren Wirkungskreis. Kenntnis der modernen Hochspannungstechnik aus mehrjähriger, selbständiger Tätigkeit in Prüffeldern elektrotechnischer Großfirma. Angebote unter E. 5363 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

ELEKTRO - INGENIEUR, -KONSTRUKTEUR,

mit Hochschulbildung, 34 J., in fester Stellung, sucht größeren Wirkungskr., vielj. Konstruktionspr. im Bau elektr. Anlag., bes. Fabrikat. von Hoch- u. Niederspannungsapp. sowie Erzeug. von Isolat. aus keram. Werkstoffen. Leitungsbau u. Hochspannungsprüffeldpraxis. Ideenr., Forschungstätigk., leichte Einarbeitg. Angebote erbet. u. E. 5361 a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Kaufmann Mitte 40, zielbewußte Persönlichkeit mit 5 jähriger Praxis Berg- und Hüttenfach, 20 jähriger reicher Erfahrung in allen Sparten der Elektrizitäts-Großindustrie und langjähriger erfolgreicher Leiter einer großen Verkaufs-Organisation, Kriegsteilnehmer, Reserveoffizier mit perfekten englischen und französischen Sprachkenntnissen,

sucht
anderen
Wirkungskreis

Vorhanden sind allererste Beziehungen zur westlichen Großindustrie, Verbänden und Behörden sowie gut ausgebaute Export- und Vertreterorganisationen in den latein-amerikanischen Staaten. Gesucht wird verantwortungsvolles großes Arbeitsgebiet möglichst mit Kapitalbeteiligung. Es kommt auch in Frage: Übernahme eines Unternehmens oder Neugründung mit hervorragenden Ingenieuren der Hoch- und Niederspannungstechnik.

Antwort erbeten unter E. S. 6372 an Ala, Berlin W 35.

Oberingenieur

mit langjährigen reichen praktischen Erfahrungen in leitenden Stellungen bei Elt- und Überlandwerken, in der Stromversorgung, Bau, Betrieb, Verwaltung und Werkstattbetrieb, sowie in der Bearbeitung techn.-wissenschaftl. Fragen und Gutachten sucht neuen Wirkungskreis (Abt.-Leit.). 47 J., arisch, zielbewußte und energische Persönlichkeit., Erstkl. Zeugnisse u. Referenzen. Angebote erbeten unter E. 5376 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ing. 30 Jahre alt, verh., erfahren auf dem Gebiet der Gleich-, Wechselstrom- u. Hochspannungstechn., sowie im Betr. mit Dampfturb., Quecksilberdampf-Großgleichr., Motorgenr. u. Luftdruckschalt., z. Z. in ungek. Stellg. als Betriebs- u. Maschinentechn., wünscht sich zu verändern. Gewünscht wird: Elektrizitätsw. od. elektrochem. Fabrik in Süd- oder Westdeutschland. Ausführliche Angebote unter E. 5356 an die Anzeigen-Abteilg. der ETZ, Berlin W 9.

Industrie-Kaufmann

Diplom-Kaufmann

36 Jahre alt, mit guten theoret. und prakt. Kenntn., auch auf dem Gebiete der Technik, z. Z. in ungekünd. Stellung in größerem Eltwerks- und Verkehrsunternehmen tätig, ideenreich und schöpferisch auch in bezug technischer Verbesserungen, sowie rhetorisch begabt, gewandt im Verkehr auch mit Gefolgschaft **sucht** sofort od. später **neuen selbständigen Wirkungskreis als** Direktions-Assistent, Geschäftsführer, Zweigstellenleiter, Werbeleiter, Verkaufsleiter, Generalvertreter oder dergl. in neuzeitlichem Unternehmen. Elektrotechn. Fabrikunternehmen, größeres Eltwerk oder techn. Verlag bevorzugt. Angebote unter E. 5370 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Dipl.-Ing.

28 J. (T. H. Darmstadt m. Auszeichnung), will sich in ausbaufähige **Stellung verändern.** Z. Z. Leiter eines mittleren Inst.-Büros.

Geboten werden:

vielseitige praktische Erfahrungen auf allen Gebieten elektr. Anlagen, Freileitungen, Tarifwesen, Elektrowärme, kaufm. Kenntn. Angebote unter E. 5380 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ.

Spezialist f. Planung u. Ausf. v.
ZENTRALEN UND SCHALTANLAGEN
Anf. 30, in ungek. Stellung bei Großfirm. d. Elekt.-Ind., sucht neuen verantwortungsv. Wirkungskr. Zuschr. erb. u. E. 5362 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Wir bitten bei Einkäufen und Bestellungen auf die
ETZ
Bezug zu nehmen!

Stellenangebote

Wir suchen für unsere
Elektroofen-Abteilung
einen

OFFERT-INGENIEUR

für kleine und mittlere Anlagen. Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf und genauer Angabe der bisherigen Tätigkeit sowie der Gehaltsansprüche unter E. 5368 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Digitized by Google

Meldelampen.

Mitteilung der AEG.

Zur Anzeige von Betriebszuständen und Vorgängen aller Art werden Meldelampen in den verschiedensten Ausführungsformen benutzt. Für den Einbau in Schalttafeln, Schaltpulte oder dergl. wählt man je nach dem Zweck und dem vorhandenen Platz entweder Fassungen von langgezogener Form mit kleinem Durchmesser oder große Fassungen für die handelsübliche Form der Glüh- und Glimmlampen. Um eine weithin sichtbare und auffällige Zeichengebung zu erreichen, werden auch oft normale Wandfassungen mit

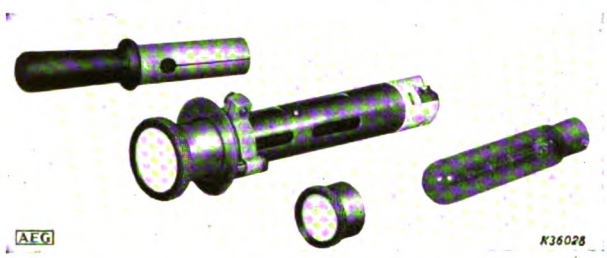


Abb. 1. Meldelampenfassung Modell R/ml.

hellen oder farbigen Lampen auf dem oberen Rand von Signaltafelrahmen, Schalttafeln, Gerätegestellen usw. angeordnet.

Abb. 1 zeigt eine AEG-Lampenfassung Modell R/ml mit kleinem Durchmesser und großem oder kleinem Scheibenträger sowie die dazu passende Röhrenlampe nebst Lampenschlüssel zum Auswechseln der Lampe. Diese Fassung wird hauptsächlich dort angewandt, wo für den Einbau nur wenig Platz zur Verfügung steht, z. B. in Blindschaltbildern. Zur Kennzeichnung der Schalterstellung werden jedem Schalter zwei Lampen zugeordnet, die sich durch die

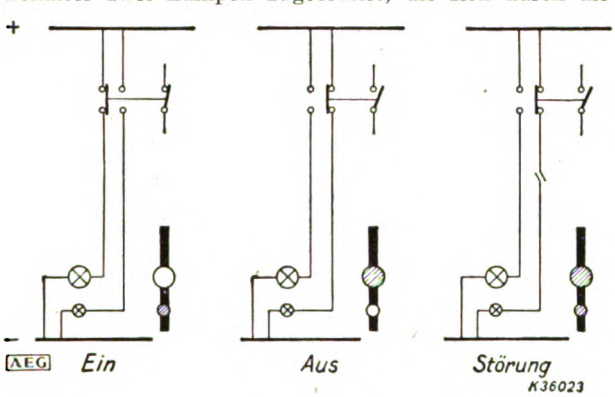


Abb. 2. Ueberwachung von Schalterstellungen durch Meldelampen.

Größe ihrer Front voneinander unterscheiden (Abb. 2). Die Lampe mit der größeren Front wirkt als „Ein"-Lampe, die mit der kleineren Front als „Aus"-Lampe. Vielfach verwendet man auch Lampen mit roten und grünen Deckgläsern. Im Normalbetrieb muß eine der beiden Lampen leuchten, wenn die Betätigungspannung nicht zwecks Stromersparnis an anderer Stelle abgeschaltet ist. Sind beide Lampen trotz eingeschalteter Spannung dunkel, so ist das ein Zeichen, daß Schalter oder Leitungen nicht in Ordnung sind.

Die Fassung besteht in der Hauptsache aus einem langgezogenen, die Röhrenlampe aufnehmenden Metallrohrgehäuse, an dessen hinterem Ende ein Steatitsockel nebst Swanfassung und Anschlußklemmen angeordnet sind. Der vordere Teil des Gehäuses nimmt den Scheibenträger auf. Dieser ist als federnde Steckhülse ausgebildet und kann zwecks Auswechslung des Glases oder der Lampe leicht herausgezogen werden. Auf dem Rohrgehäuse aus vernickeltem Messing ist eine Schelle verschiebbar angeordnet, damit der Einbau bei allen vorkommenden Wandstärken bequem vorgenommen werden kann. Der Frontring ist schwarz lackiert.

Die Röhrenlampen werden normal für 110 und 220 V, in Sonderausführung jedoch auch für niedrigere Anschlußspannungen geliefert. Die Leistungsaufnahme beträgt 15 W. Zum Auswechseln der Röhrenlampe ist ein besonderer Lampenschlüssel erforderlich (Abb. 1, links). Die federnde Hülse des Schlüssels wird, nachdem der Scheibenträger entfernt wurde, in die Fassung und damit über die Lampe geschoben. Durch Drehen des Griffes kann die Röhrenlampe leicht aus der Fassung entfernt werden.

In die AEG-Signallampenfassung R/sl (Abb. 3) lassen sich handelsübliche Glühlampen einsetzen. Die Fassung ist mit einer Cellonkalotte ausgerüstet, deren Farbe mattweiß, rot oder grün sein kann. Sie ist außerdem mit einem Schutzblech versehen, um ein seitliches Ausstrahlen zu verhindern, was besonders bei mehreren dicht nebeneinander liegenden Fassungen störend wirken würde. Die Fassungen werden mit normalen Glühlampen für 110 und 220 V mit einer Leistungsaufnahme bis zu 40 W ausgerüstet. Die Verwendung noch hellerer

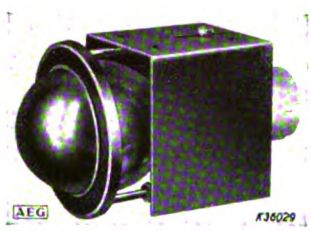


Abb. 3. Signallampenfassung Modell R/sl.

Lampen mit größerer Leistungsaufnahme empfiehlt sich wegen zu großer Erwärmung nicht. Die Helligkeit der 40 W-Lampen genügt in allen Fällen auch bei auffallendem Tageslicht, um eine deutliche und von weitem gut bemerkbare Zeichengebung zu gewährleisten.

Das Anwendungsgebiet dieser Lampen ist sehr vielseitig. Meistens werden sie dazu benutzt, durch ihr Aufleuchten die Bedienenden auf eine Störung aufmerksam zu machen. Sie werden aber auch oft dazu verwendet, an Oelschalter- und Trennschalterzellen den jeweiligen Betriebszustand anzuzeigen.

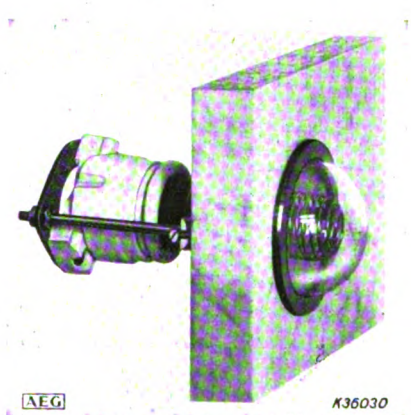


Abb. 4. Glimmlampen-Modell R/gl.

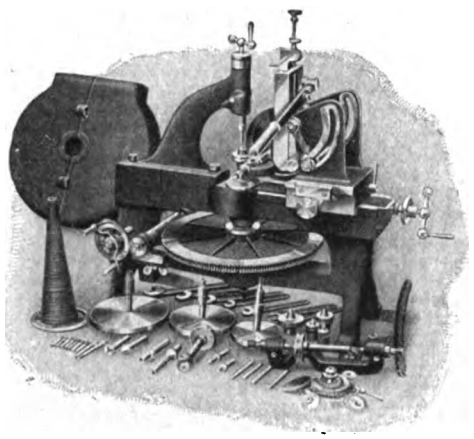
Eine ebenfalls viel angewandte Signaleinrichtung ist die Glimmlampenfassung R/gl (Abb. 4). Glimmlampen werden wegen ihrer geringen Leistungsaufnahme hauptsächlich dort eingebaut, wo sie im normalen Betrieb dauernd brennen und nur bei Störungen erlöschen sollen. Gestalt und Größe der Fassung ist auch hier durch die handelsübliche Form der Glimmlampen bestimmt, Kalotte und Schutzblech gegen seitliche Ausstrahlung sind nicht vorhanden. Die Glimmlampenfassung wird für Nennspannungen von 110 und 220 V geliefert.

Digitized by Google

KOEPFER

Präz. Zahnradfräsmaschinen

Teil- und Abwälzverfahren für Uhren-, Zähler- und Laufwerkfabrikation



Universal-Handzahnmaschine **Modell «K»** für Reparatur-Betriebe, Versuchs- und Lehrwerkstätten für Massenproduktion.

Jos. Koepfer & Söhne

Furtwangen i. Baden GmbH.

GUSSEISENGEKAPSELTE

SCHALTAPPARATE

Motorschutzschalter
Hebelschalter, Sicherungen

NOSTITZ & KOCH

CHEMNITZ

FABRIK ELEKTROTECHNISCHER APPARATE

1:5 376

Tragbares Universal-Meßgerät Modell „Bekawe"

Spannungs-Isolations-Erdleitungs- u. Widerstandsprüfer

Das unentbehrliche Kontrollmeßgerät für Licht- und Kraftanlagen, deshalb wichtig für Elektrizitätswerke und Überlandzentralen.

METRAWATT Aktiengesellschaft **Nürnberg O/81**

Fabrik elektrischer Meßgeräte

Kabelverteiler

sind äußerst niedrig, aber die Kabel-Endverschlüsse liegen über dem Sockel und sind immer **leicht zugänglich**

C.W. KEHRS & CO. G.M.B.H. KETTWIG RUHR

Digitized by Google

Umspanner mit Mehrfachreglung.

Mitteilung der AEG.

Lastschalter für Umspanner sind so selbstverständlich geworden, daß in Deutschland kaum noch ein Großumspanner ohne eingebauten Regler zum Umschalten der Anzapfungen unter Last geliefert wird. Neuerdings mehren sich die Fälle, in denen man Umspanner nicht nur mit einer, sondern mit mehreren Regeleinrichtungen versieht. Es sind zwei verschiedene Gründe, die den Einbau von mehr als einem Regler bedingen: entweder will man in Mehrwicklungs-Umspannern die verschiedenen Spannungen unabhängig voneinander den in den Netzen erforderlichen Bedingungen anpassen, oder man will mit Hilfe eines Regelumspanners in Ringnetzen Wirk- und Blindleistung unabhängig voneinander verschieben. Im Folgenden sind Mehrfachregler beider Gattungen beschrieben.

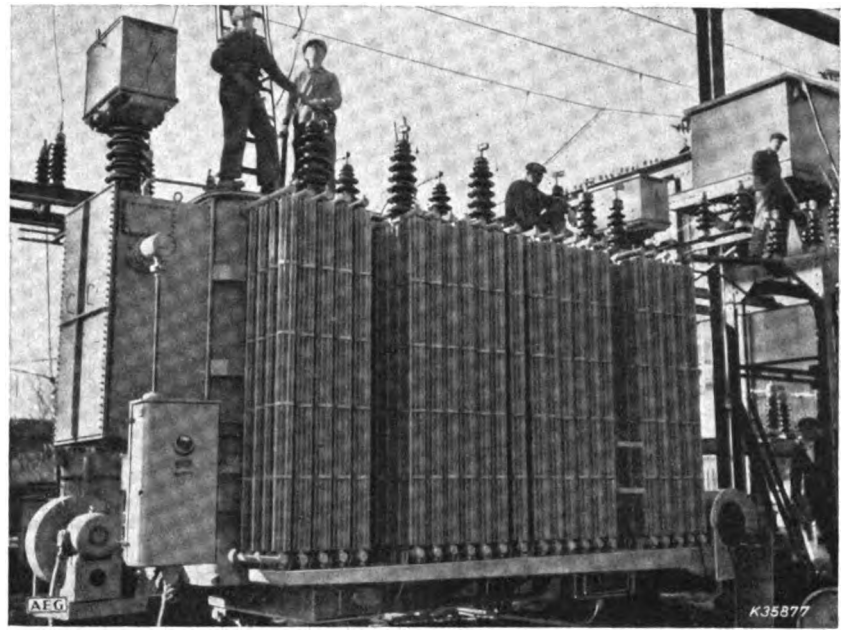


Abb. 1. Dreiwicklungsumspanner 15 000/25 000/15 000 kVA mit je einem Nullpunkt-Lastregler im 48 und 33 kV-Kreis.

Abb. 1 zeigt einen Dreiwicklungs-Umspanner 100/50/30 kV, dessen 50- und 30 kV-Seite durch je einen Regler um ± 16% unter Last geregelt werden kann. Anzapfungen und Regelschalter liegen 50- und 30 kV-seitig im Nullpunkt der in Stern geschalteten Wicklungen, wodurch sich eine räumlich sehr günstige Anordnung der Regler ergibt, ermöglicht durch die geringen Spannungsunterschiede, die in der Nähe des Nullpunktes zwischen den einzelnen Phasen herrschen. Die Regler arbeiten nach dem an vielen hundert Regelumspannern erprobten Jansenprinzip, wobei die Lastschalter der drei Phasen jeweils in einem kleinen Oelgefäß auf einer Durchführung angeordnet sind, die gleichzeitig Nullpunktdurchführung ist, weil das Lastschaltergehäuse Nullpunktpotential hat. Petersen-Spulen können unmittelbar an eine Klemme des Lastschaltergehäuses angeschlossen werden.

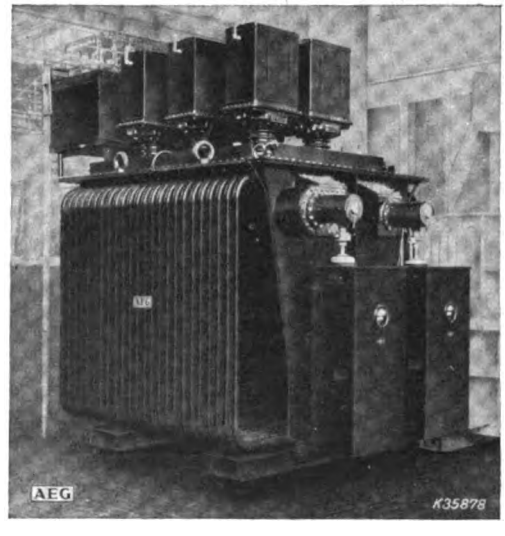


Abb. 2. Doppelregelumspanner für unabhängige Wirk- und Blindleistungsreglung.

Die zum Jansen-Schalter gehörigen Stufenwähler sind in Kasten untergebracht, die an den Stirnseiten der Umspannerkasten sitzen. Schalterkasten und Umspannerkasten sind gegeneinander abgedichtet, so daß die Stufenwähler zugänglich sind, ohne daß Oel aus dem Umspanner abgelassen zu werden braucht.

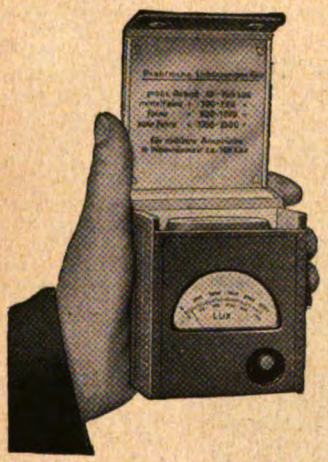
Der in Abb. 2 gezeigte Doppelregler dient einem gänzlich anderen Zweck. Hier sollen in einer 6 kV-Netzmasche aus betrieblichen Gründen Wirk- und Blindleistungen unabhängig voneinander verschoben werden können. Das ist bekanntlich dadurch möglich, daß man in den Netzring Spannungen hineintransformiert, die eine bestimmte Phasenlage und Größe haben müssen. Außerdem muß die Spannung zur Wirklastverschiebung um 90° gegenüber der Spannung zur Blindlastverschiebung gedreht sein. Bei dem dargestellten Doppelregler wird die Aufgabe mittels zweier Sparumspanner erreicht, wobei der eine Umspanner seine Erregung von einer Phasenspannung erhält, und zwar so, daß der Wirkleistungsregler eine 60° voreilende, der Blindleistungsregler eine 30° nacheilende Spannung in den Netzring hineintransformiert, dessen Impedanzwinkel genau 60° beträgt. Die Größe der Spannungen wird durch Jansen-Schalter geregelt, von denen also zwei Stück je Phase nötig sind. Die auf Durchführungen sitzenden Lastschalterkasten sind in dem Bild erkennbar; die Stufenwähler liegen im Kessel des Umspanners unter den Lastschalterdurchführungen. Die Motorantriebe ermöglichen Fernsteuerung von Wirk- und Blindleistung. Der Betrieb hat gezeigt, daß eine voneinander völlig unabhängige Reglung von Wirk- und Blindlast möglich ist.

Da die Lastschalter trotz der hohen Ströme noch direkt im Netzkreis schalten, hat der Regler in der Mittelstellung praktisch keine, in der Nähe der Nullstellung noch sehr kleine Kupferverluste, wodurch ein wirtschaftlicher Betrieb gewährleistet wird.

Bei Doppelreglern zur Lastverschiebung lassen sich Winkel von 30°, 60° und 90° zwischen Netzspannung und induzierter Spannung schaltungstechnisch besonders einfach verwirklichen, jedoch sind auch alle anderen Winkel durch doppelte Verkettung der Erregerwicklung erreichbar, so daß für jedes Netz saubere Trennung von Wirk- und Blindlastverschiebung erzielbar ist. Als eigentliche Regelorgane werden stets die erprobten Lastschalter ohne jede Aenderung verwendet.

Digitized by Google

PARVUX



das kleine handliche
LUXMETER
für die Westentasche

Zur Messung der Beleuchtung an Arbeitsplätzen. Meßbereiche: 250/2500 Lux. Das unentbehrliche Instrument für den Beleuchtungsfachmann Architekt Wissenschaftler Elektrotechniker

Bruttopreis..... ....RM
mit Lederbereitschaftsetui 32.—

GOSSEN

FABRIK ELEKTRISCHER PRÄZISIONSMESSGERÄTE ERLANGEN/BAY.

Christian Geyer G. m. b. H.
Elektrotechnische u. Metallwarenfabriken
Nürnberg-S

Soeben erschien:

Die Schätzung von industriellen Grundstücken u. Fabrikanlagen

sowie von Grundstücken und Gebäuden zu Geschäfts- und Wohnzwecken

Von **Erich Heideck** VDI, Leiter der Bau- und maschinentechnischen Abteilung der AEG-Fabriken Oberleitung, gerichtl. vereidigter Sachverständiger für Fabrikanlagen für das Kammergericht und die Gerichte des Landgerichtsbezirkes Berlin.

Mit 67 Abbildungen im Text und in 62 Zahlentafeln. V, 143 Seiten. 1935. RM 16.50; gebunden RM 18.—

Das Wesen der Schätzung liegt in der nachträglichen Ermittlung des Wertes eines zu schätzenden Objektes in richtiger Erkenntnis und Beurteilung aller den Wert bestimmenden Faktoren. Der schätzende Fachmann muß daher nicht nur über die entsprechenden technischen Kenntnisse verfügen, sondern soll auch in der Lage sein, in jedem Falle die wirtschaftlichen Zusammenhänge klar zu erkennen. — Zweck der vorliegenden Arbeit ist die Aufstellung klarer Richtlinien für die Schätzung, ohne daß hierdurch die auf Fachwissen und Erfahrung beruhende Tätigkeit des Schätzers irgendwie schematisiert oder gar ersetzt werden soll. Selbstverständlich ist eine Einfühlung in jede neue Aufgabe unerläßlich, doch trägt das Buch dazu bei, die Tätigkeit des Schätzers von subjektiver, manchmal sogar willkürlicher Meinungsbildung möglichst frei zu machen und einer klaren, objektiven Beurteilung den Weg zu ebnen. In erster Linie werden Fabrik- und Wohnanlagen berücksichtigt; die Arbeit bezieht sich aber auch auf Anlagen für Handel, Verkehr und Verwaltung, für die die gleichen Schätzungsgrundsätze gelten.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Wirtschaftsprüfers

und die Anforderungen an sein Wissen in Deutschland und England. Von Prof. Dr. **Werner Friedr. Bruck**, Münster i. W. VII, 71 Seiten. 1932. RM 4.—

Wirtschaft, Technik und Wirtschaftsprüfung

Von Dr.-Ing. e. h. **Alfred Schlomann** Berat. Ing. (VBI) IV, 51 Seiten. 1932. RM 2.60
(Bilden Heft 3 und 4 der Sammlung „Der Wirtschaftsprüfer".)

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Digitized by Google

Neue Ueberstrom-Selbstschalter mit hohen Schalterleistungen.

Mitteilung der AEG.

Die neuen Ueberstrom-Selbstschalter Form EM*) (Energie-Maximal) sind für 350 und 600 A, 750 V ausgelegt. Sie können in ein-, zwei- und dreipoliger Ausführung für Gleich-, Wechsel- und Drehstrom geliefert werden.

Abb. 1 stellt den dreipoligen handbetätigten Grundschalter, lediglich zusätzlich mit Auslösemagnet ausgerüstet, dar. Zwei Funkenkammern sind abgenommen, um den Aufbau der Schaltkontakte zu zeigen.

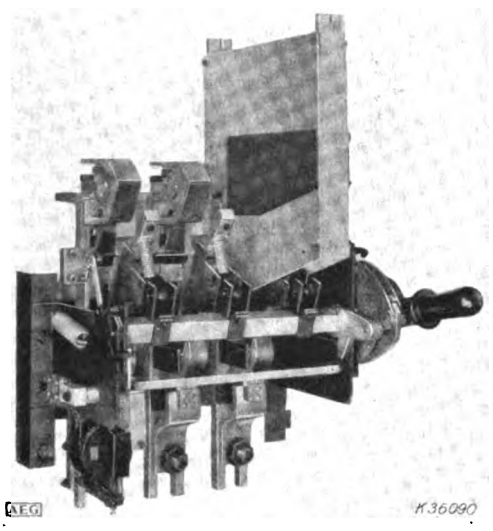


Abb. 1. Neuer handbetätigter, dreipoliger Leitungschalter Form EM für 600 A mit Auslösemagnet. (Zwei Funkenkammern abgenommen.)

In jedem Pol ist eine dreistufige Abschaltung durch Hauptkontakte, Nebenkontakte und Abreißkontakte vorgesehen. Die Hauptkontakte sind als Silberdruckkontakte ausgebildet. Sie sind fast keiner Abnutzung unterworfen, erfordern keine Wartung und ihr Kontakt-Uebergangswiderstand bleibt auch nach längerer Betriebzeit praktisch unverändert. Die Nebenkontakte führen beim Schalten eine starke Wälzbewegung aus, so daß etwa sich bildende Schweißstellen sicher abgebrochen werden. Der Abschaltlichtbogen tritt an den Abreißkontakten auf, die mit Rücksicht auf diese Beanspruchung leicht auswechselbar angeordnet sind. Außerdem ist zur Löschung des Lichtbogens eine kräftige, magnetische Blasung vorgesehen.

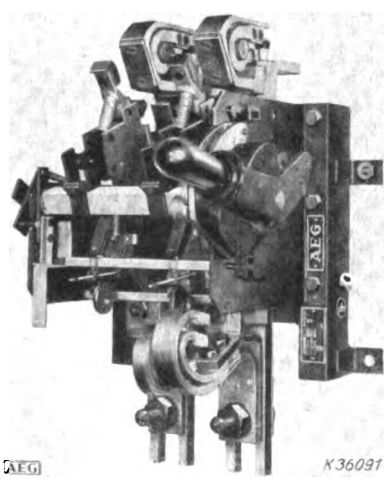


Abb. 2. Neuer handbetätigter, zweipoliger Ueberstrom-Selbstschalter Form EM für 350 A, mit Bimetall- und elektromagnetischen Schnellauslösern. (Beide Funkenkammern abgenommen.)

Zweckmäßig bemessene Funkenkammern sorgen dafür, daß das Schaltfeuer keine Phasenüberschläge verursachen kann. Die Schalterpole sind außerdem vollständig voneinander getrennt.

Die Schaltleistung der neuen Schalter ist entsprechend den immer höheren Anforderungen, die heute an solche Schaltgeräte gestellt werden, sehr beachtlich. So werden z. B. bei 220/380 V, cos $\varphi = 0{,}6 \cdots 1$ und 50 Per/s, 25 000 A eff. geschaltet. Diese hohe Leistung wird erreicht, obwohl die Bauart äußerst gedrängt ist; betragen doch die Abmessungen nur etwa 590 mm für die Höhe, 380 mm für die Breite des dreipoligen Schalters und 370 mm für die Tiefe.

Die Betätigung kann von Hand unmittelbar erfolgen oder für rückseitigen Einbau in Schaltanlagen durch Gestänge (Seiten- oder Mittenantrieb), ferner durch Einschaltmagnet (für Gleichstrom) bzw. motorischen Antrieb (für Wechselstrom) sowie durch Druckluftantrieb. Die Fernausschaltung erfolgt durch Ruhestrom- (Unterspannungs-) Auslöser oder Arbeitstromauslöser (Auslösemagnet).

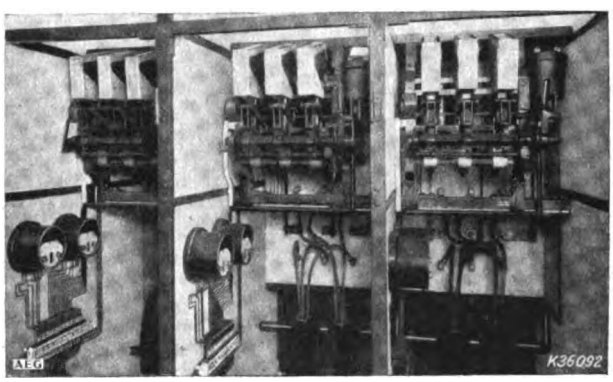


Abb. 3. Anlage mit fernbetätigten Selbstschaltern Form EM für 1000/1600 A.

Je nach dem Verwendungszweck können die Schalter mit verschiedenen Auslösern zum Schutz gegen Ueberstrom, Rückstrom, Kurzschlüsse usw. sowie mit Hilfskontakten (Signal-, Unterbrecher- und Verriegelungskontakten und Fehlerspannungspule RWE-Heinisch-Riedl-Schutz) ausgerüstet werden. Je nach Art der angebauten Auslöser eignen sich die Schalter zum Einbau als Motorschutzschalter, Verteilungs- bzw. Streckenschalter, Maschennetzschalter, Maschinenschutzschalter usw. Alle Ausführungen können auch mit und ohne Strommesser gußeisengekapselt geliefert werden.

Abb. 2 zeigt als Beispiel einen zweipoligen Schalter mit unmittelbar beheizten Bimetall- und elektromagnetischen Schnellauslösern. Beide Auslöser sind einstellbar. Die Schnellauslöser können auf Wunsch auch in stromabhängig verzögerter Ausführung geliefert werden. In Abb. 3 ist eine Anlage mit fernbetätigten EM-Schaltern für 1000/1600 A gezeigt.

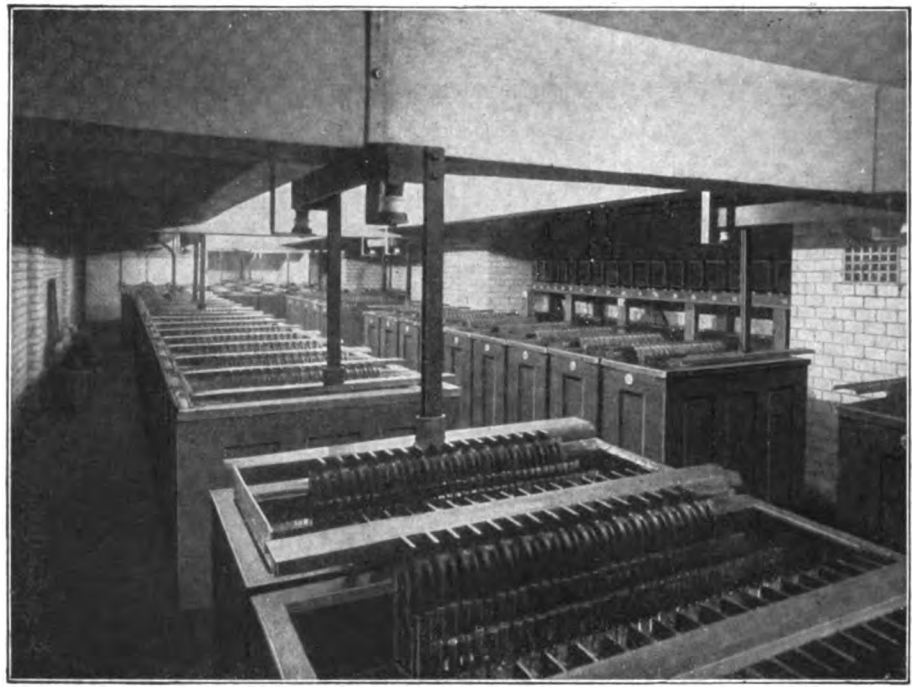
Schalter für höhere Stromstärken mit entsprechend hohen Schaltleistungen sind bereits seit längerer Zeit auf dem Markt.

*) s. auch AEG-Druckschrift Sa/V 1445.

Digitized by Google

KAW-BATTERIEN

für Spitzendeckung



und Momentreserve.

KAW ACCUMULATOR

KAW ACCUMULATOR

Gottfried Hagen A.-G. Abt. Kölner Accumulatoren-Werke, **Köln-Kalk.**

NK ÖLSCHÜTZE

mit und ohne MOTOR-SCHUTZ

NOSTITZ & KOCH CHEMNITZ

Zur Wahrung der Sicherheit des Betriebes dienen

1 die Hochspannungs-Staubsaugeeinrichtung D.R.P. Diese gewährleistet die Staubfreiheit der Anlage

2 die Patent-Erdungsstangen, sie garantieren gefahrloses Erden und Kurzschließen

HF 1930

in den größten Elektrizitätswerken vielhundertfach bewährt.

Anfragen erbeten an: P. Kühnöl Civ. Ing. Kanth b. Breslau

Bereits weit über 3000 Erdungsstangen und 800 Staubsauger-Aggregate geliefert. — Die Geräte entsprechen den VDE.-Bestimmungen.

Digitized by Google

Gittergesteuerte und stufengeregelte Eisengleichrichteranlage 4000 A.

Mitteilung der AEG.

Für das Elektrizitätswerk Norrköping (Schweden) erhielt die AEG im Jahre 1932 eine Eisengleichrichteranlage für 4000 A in Auftrag. Die Entscheidung fiel für eine Erweiterung durch einen Eisengleichrichter, weil die Belastung des Werkes über einen großen Teil des Jahres gering ist und bekanntlich eine Gleichrichteranlage im Gegensatz zu einer umlaufenden Umformeranlage auch bei Teillasten mit den geringsten Verlusten arbeitet.

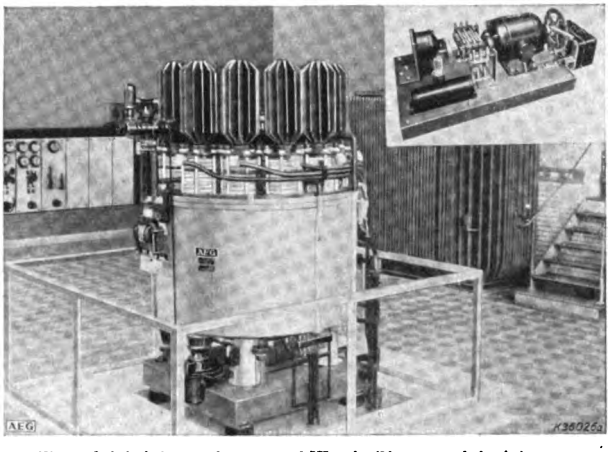
Abgesehen hiervon waren für die Bestellung auch noch andere Eigenschaften des Gleichrichters von Bedeutung, z. B. schnelle Betriebsbereitschaft bei Hochspannungstörungen und bequemes Netzhochfahren durch die Gittersteuerung beim Herausfallen des Gleichstromnetzes.

Der Gleichrichter ist sechsphasig und hat 12 Anoden, wovon je zwei über Stromteiler parallel geschaltet sind. Durch Umschaltung am Hauptumspanner und auf der Gleichstromseite kann der Gleichrichter sowohl auf das Lichtnetz, als auch auf das Bahnnetz arbeiten.

Bei Lichtbetrieb von 4000 A erfolgt die Spannungsreglung von 450 ··· 535 V in 24 Stufen bei allen Belastungen und Hochspannungschwankungen um ± 5%. Zusätzlich zu dieser Stufenreglung ist noch eine Gittersteuerungseinrichtung vorgesehen, mit der das Gleichstromnetz hochgefahren werden kann.

Bei Bahnbetrieb beträgt die Leistung 2000 kW bei 600 V Gleichstrom. Diese Spannung wird bei allen Belastungen und bei allen Oberspannungschwankungen um ± 5 % durch die Gittersteuerungseinrichtung selbsttätig in gleicher Höhe gehalten.

Die Gittersteuerung selbst erfolgt nach dem von der AEG verwendeten Toulon-Verfahren in bekannter Weise durch Verstellung eines Drehumspanners, der mit seiner Erregung über einen kleinen Umspanner an das Drehstromnetz angeschlossen ist. Zwischen dem Drehregler und den Gittern des Gleichrichters ist noch ein besonderer Gitterumspanner mit herausgeführtem Nullpunkt geschaltet.



Eisengleichrichteranlage 2000 kW mit Gitterregeleinrichtung (rechts oben in größerem Maßstab der Gitterdrehregler mit elektrischem Antrieb).

Bleibt bei Lichtbetrieb die Drehstromspannung vorübergehend aus, dann hängt das Verhalten der Gleichrichter-Gittersteuerung davon ab, ob die Gleichstromnetzspannung trotz Betriebsunterbrechung des Gleichrichters aufrecht erhalten bleibt.

Dies ist insofern möglich, als in der Anlage Norrköping parallel mit dem Gleichrichter dauernd eine Batterie am Gleichstromnetz liegt, die auch bei außer Betrieb befindlichem Gleichrichter das Gleichstromnetz unter Spannung halten kann, wenn die Belastung nicht so stark ist, daß die Gleichspannung unter 50 % des Nennwertes sinkt. In diesem Falle beteiligt sich der Gleichrichter beim Wiedererscheinen der Hochspannung an der Netzbelastung und die normale Gleichspannung wird, weil die Gitter noch geöffnet sind, wieder hergestellt.

Ist durch das Ausbleiben der Hochspannung die Gleichstromspannung unter etwa 50 % gesunken, dann spielen sich verschiedene Vorgänge ab, je nachdem ob die Gleichstromspannung unter 50 % oder völlig auf den Wert Null abfällt. Im ersten Fall wird durch eine besondere Schaltung verhindert, daß beim Wiedererscheinen der Hochspannung der Gleichrichter nicht mit offenen Gittern am Gleichstromnetz liegt, weil das kalte Lichtnetz beim Einschalten auf volle Spannung einen außergewöhnlich großen Einschaltstromstoß aufnehmen würde. Ein Spannungsrelais mit einem bestimmten Abfallwert öffnet in diesem Falle seinen Arbeitskontakt, unterbricht über eine weitere Relaisschaltung die Verbindung zwischen Drehregler und Gitterumspanner und legt selbsttätig eine negative Spannung an die Gleichrichtergitter, wodurch der Gleichrichter gesperrt wird.

Soll nun der Gleichrichter das Netz hochfahren, so wird zuerst der Drehregler von Hand in seine Anfangstellung gedreht, die dem Gleichstromspannungswert Null entspricht. Durch einen Hilfskontakt an der Welle des Drehreglers wird die Anlage wieder entriegelt und durch Verstellen des Drehreglers allmählich die Spannung und dann auch die Lastabgabe des Gleichrichters in das Netz geregelt, bis der normale Zustand hergestellt ist.

Wenn die Drehstromspannung auf den Wert Null abfällt und auch gleichzeitig die Gleichspannung verschwindet, so erlischt der Haupt- und Hilfslichtbogen des Gleichrichters. Eine Sperrung ist in diesem Falle nicht notwendig, jedoch muß verhindert werden, daß nach dem Wiedererscheinen der Drehstromspannung der Gleichrichter erneut zündet. Dies wird selbsttätig durch ein Relais erreicht, das über ein Schütz die Erregung des Gleichrichters unterbricht. Das Gleichstromnetz kann dann, wie vorher beschrieben, durch Verstellung des Drehreglers allmählich wieder hochgefahren werden.

Die selbsttätige Konstanthaltung der Bahnspannung von 600 V erfolgt durch ein Drehankerrelais, das einen Relaisantrieb für die Verstellung des Drehreglers steuert. Endkontakte sorgen für die Unterbrechung der Spulenstromkreise in den Endstellungen des Drehreglers.

Mit dieser Einrichtung wird auch gleichzeitig die Leerlaufspannungspitze so schnell weggesteuert, daß diese auch bei geringster Bahnbelastung keinen Schaden an den Lampen anrichten kann.

Die Gleichrichteranlage hat eine Umlaufwasserkühlung mit selbsttätiger Konstanthaltung einer Soll-Temperatur. Ein Thermostat mit einer Regelgenauigkeit von ± 1° regelt selbsttätig die Frischwasserzufuhr des Kühlers. Außerdem hat die Anlage als besondere Schutzeinrichtung einen Schnellschalter und einen Ueberstromautomaten.

Der Gleichrichter wurde mit einer Spannung von 10 kV 1 min lang zwischen Anoden und Gefäß und zwischen Gefäß und Erde geprüft.

Der beste Gesamtwirkungsgrad für den Gleichrichter einschließlich Haupttransformator und Regeleinrichtung wurde bei halber Last mit 93,5 % bei Lichtbetrieb und 93,9 % bei Bahnbetrieb eingehalten.

Die an die Gleichrichter gestellten Bedingungen werden restlos erfüllt und die Anlage arbeitet zur vollsten Zufriedenheit des Kunden, was durch eine Mitteilung in der schwedischen Zeitschrift ERA*), wie folgt, bestätigt wird:

„In Norrköping ist der gittergesteuerte Gleichrichter sowohl für das Beleuchtungsnetz als den Straßenbahnbetrieb vorgesehen. Er ist von der AEG für 4000 A, 450 ··· 600 V gleichstromseitig geliefert und hat sowohl Stufenreglung als Gittersteuerung für Aufreglung der Spannung. Die Anlage erhielt ihre Feuertaufe bei einer Ausschaltung der Primärkraft in diesem Winter, wobei die Wiedereinschaltung des Netzes dank dem Gleichrichter ohne Schwierigkeiten erfolgen konnte."

*) Heft 3 vom Mai 1934.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Stellengesuche

Elektro-Diplom-Ingenieur

36 Jahre, erfahr. in **Betriebstechnik, Elektrowärme, Statistik, Buchführung**, sucht neuen Wirkungskr. als Betriebs-Ingenieur, Assistent eines Betriebsleiters oder als Leiter der maschinellen u. elektr. Anlagen eines nicht elektrotechn. Betriebes. Angebote erbeten u. **E. 5469** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9.

WICKELEILEITER
erste Kraft, m. groß. Erfahrung in allen einschlägig. Fächern, sucht sich in nur großem **Wirkungskreis** zu verändern. Angeb. unter **E. 5471** an die Anz.-Abt. d. ETZ.

Wir bitten bei Einkäufen und Bestellungen auf die **ETZ** Bezug zu nehmen!

Stellenangebote

Körperschaft öffentl. Rechts **sucht** für den Aufsichtsdienst in pensionsberechtigt. Stellung einen wissensch. besond. befähigten

Diplom-Elektro-Ingenieur

im Alter von etwa 32 — 35 Jahren mit mehrjähriger Praxis im Elektrizitätswerkbetrieb oder im Prüffeld einer Großfirma. Ausführl. Bewerbungen mit Lebenslauf, Ariernachweis, Zeugnisabschriften, Refer., Gehaltsanspr. u. Angabe evtl. Veröffentlich. erbeten unter **E. 5457** an die Anz.-Abt. der ETZ Berlin W 9.

Wir suchen für unsere Abteilung **Elektroofenbau** erstklassige, tüchtige

KONSTRUKTEURE

Verlangt werden wirklich konstruktive Begabung und grundlegende technische Kenntnisse. Nur Bewerber, die an Hand von Zeugnissen diese Bedingungen nachweisen können, werden berücksichtigt. Lichtbild, frühester Eintrittstermin, Gehaltsansprüche, Lebenslauf und Zeugnisabschriften sind einzureichen unter **E. 5415** an die Anzeig.-Abteil. der ETZ, Berlin W 9.

Widerstand-Schweißung

Erster Konstrukteur gesucht, der seine Leistungen unter Beweis stellen kann. Er muß die nötigen Kenntnisse, Fähigkeiten und Erfahrungen besitzen, um sämtliche Arten von Widerstand-Schweißmaschinen in kürzester Zeit zu entwickeln und konkurrenzfähig herzustellen. Angebote von Anfängern zwecklos. Offerten unter **E. 5458** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Betriebsdirektor

für die technische Leitung einer elektrotechnischen

Spezialfabrik für Automobilanlagen

zum baldigen Antritt gesucht.

Bewerber mit abgeschlossener Elektro-Ingenieur-Prüfung, die über langjährige Erfahrungen in konstruktiver und fabrikatorischer Hinsicht verfügen und in der Lage sind, einen größeren Betrieb selbständig und wirtschaftlich zu leiten, werden gebeten, ihre ausführlichen Unterlagen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Angabe von Gehaltsansprüchen und des frühesten Antrittstermines einzureichen unter Kennwort: „**Betriebsdirektor**“ und Chiffre **E. 5473** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

ETZ-Anzeigen verbürgen den **größten Erfolg**

Wir suchen

einige Techniker

zur Prüfung und Reparatur von Radioempfangsgeräten.

Bedingungen: Erfahrung und sehr gute Kenntnisse in der elektrischen und mechanischen Prüfung von Rundfunkgeräten. Fähigkeit, Fehler völlig selbständig zu suchen, zu beheben, Sondermessungen durchzuführen und einem Prüfband vorzustehen.

Handgeschriebene Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschr., Lichtbild und mit Angabe der Gehaltsansprüche erbitten wir unter **T 24 ETZ** an das Personalbüro der [5470]

Ideal-Werke A.-G., Berlin-Hohenschönhausen

Digitized by Google

Selbsttätige Netzregelung.

Mitteilung der AEG.

Regelumspanner werden heute fast stets mit Motorantrieb ausgerüstet, damit die Steuerung von der Warte aus durch Druckknopfbetätigung willkürlich oder selbsttätig durch Spannungsrelais vorgenommen werden kann. Die selbsttätige Steuerung gestattet, den gestellten Betriebsbedingungen meistens wesentlich genauer nachzukommen, als dies bei Handreglung der Fall ist.

Die Motorantriebe der AEG-Regelumspanner sind so eingerichtet, daß die Automatik jederzeit später an diese angeschlossen werden kann. Dabei kann die Druckknopf-Fernbetätigung außerdem beibehalten werden, wobei über einen Paketumschalter der Motorantrieb wahlweise dem Hand- oder dem Automatikbefehl folgt. Ein einmal dem Antrieb erteilter Regelbefehl wird von diesem innerhalb weniger Sekunden auf Grund von Selbsthaltekontakten zu Ende geführt. Alsdann ist der Antrieb zur Ausführung weiterer Befehle wieder bereit.

Die Wahl der Empfindlichkeit des Regelrelais sollte stets mit Rücksicht auf die sich dabei ergebende Regelhäufigkeit gewählt werden, um einerseits Unruhe im Netz sicher zu vermeiden und anderseits dem Regelmechanismus die größtmögliche Lebensdauer zu geben. Bei Stufenumspannern kommt man dann außerdem mit einer Mindeststufenzahl aus. Die Regelgeschwindigkeit, bezogen auf den ganzen Regelbereich, erreicht dabei ihren Höchstwert.

Je nach der Betriebsgröße, die beeinflußt werden soll, ergeben sich verschiedene Arten des Aufbaus der Automatik. Im Netzbetriebe kommen im allgemeinen vier Fälle in Frage und zwar die Reglung auf gleichbleibende oder auf lastabhängige Spannung, auf gleichbleibenden Leistungsfaktor oder schließlich auf gleichbleibende Wirk- oder Blindlast.

Meist liegt der erste Fall vor, also Regelung auf gleichbleibende Spannung. Hierfür steht ein AEG-Relais von hoher Genauigkeit (s. Abb.) zur Verfügung. Es hat Edelmetallkontakte und zeichnet sich vor den sonst üblichen Bauarten dadurch besonders aus, daß sein Doppelzungenkontaktsystem in Verbindung mit dem zugehörigen Zwischenrelais stets ohne Abschaltfunken arbeitet. Zahlreiche, seit Jahren im Betrieb befindliche Relais zeigen, daß durch die Fernhaltung von Abschaltfunken Lebensdauer und Kontaktsicherheit der Relais weit über dem Normalmaß liegen.

Kompensiertes AEG-Spannungsrelais (geöffnet).

Momentane Spannungzuckungen kommen auf das Kontaktsystem nicht zur Auswirkung, weil das Relais durch eine einstellbare Oeldämpfung gegen kurze Impulse, die etwa zu unerwünschten Pendelungen führen, geschützt ist.

Je nach Eigenart des geregelten Netzes wird gewünscht, daß Spannungschwankungen von kürzerer Dauer als etwa 10 bis 20 s nicht zur Ausreglung kommen. Alle Regelbefehle, die vom Spannungsrelais ausgehen, werden deshalb durch ein Zeitelement mit entsprechend bemessener, einstellbarer Ansprechverzögerung auf ihre Zeitdauer geprüft. Zu kurz dauernde Befehle werden vom Zeitelement nicht weitergegeben. Dank der unverzögerten Rückstellung des Zeitrelais ist dies nach Beendigung des Regelanreizes seitens des Spannungsrelais stets sofort wieder arbeitsbereit. Diese Zeitüberwachung von Regelbefehlen ist der AEG durch DRP geschützt.

Der Sollwert der Regelung kann in großem Bereiche durch den feinstufig geteilten regelbaren Vorwiderstand des Relais jederzeit im Betriebe den jeweiligen Anforderungen angepaßt werden. Ueberstromrelais verhindern ungewollte Spannunghaltung bei Kurzschlüssen.

Bei kleineren Regelleistungen werden einfachere Einrichtungen vorgesehen, bei denen das Spannungsrelais die erforderliche Schaltleistung mittels Quecksilberschaltröhren ohne Zwischenrelais aufbringt. Die Schalthäufigkeit wird dadurch begrenzt, daß eine eingebaute Schaltwalze (an Stelle eines Zeitrelais) je min. viermal für einige Sekunden Dauer den Weg für Regelbefehle zum Regelantrieb freigibt. Die ganze Automatik wird dadurch sehr leicht und preiswert. Sie ist anschlußfertig in Gehäuse von 225 mm Grundplattendurchmesser eingebaut.

Oft wird eine lastabhängige Spannungsreglung gewünscht, wenn vom Regelumspanner bis zum Netzpunkt, für den auf gleichbleibende Spannung zu regeln ist, ein lastabhängiger Spannungsabfall herrscht. Hierfür können die vorbeschriebenen Einrichtungen beibehalten werden, sie werden vervollständigt durch Zusatzeinrichtungen, die entweder mittels regelbarer sogenannter Kompensationswicklung auf dem Spannungsrelais (s. Abb.) oder mit einem impedanzgetreuen Hilfswiderstand im Spannungspfad des Spannungsrelais arbeiten. In beiden Fällen ist mindestens ein Stromwandler für die lastabhängige Beeinflussung der Zusatzeinrichtungen erforderlich.

Die Regelung auf gleichbleibenden Leistungsfaktor kann ebenfalls selbsttätig durchgeführt werden. In einer Reihe von Betriebsfällen ergeben sich dabei aber zu einem bestimmten befohlenen cos φ unzulässige Spannungen oder Ströme, so daß die Automatik durch Spannungs- und Strombegrenzungsrelais überwacht werden muß. Der beabsichtigte cos φ-Wert kann deshalb aus betrieblichen Gründen nur bedingt erreicht werden. Als Schwierigkeit bei dieser Reglung ist das Verschwinden der Relaisverstellkraft bei sinkender Leistung zu beachten.

Günstiger ist es deshalb, auf gleichbleibende Wirkleistung oder auf gleichbleibende Blindleistung selbsttätig einzuregeln. Auch hier sind Spannungs- und Strombegrenzungsrelais vorzusehen. Für die Leistungsreglung kommen vorwiegend Ferraris-Relais in Frage.

Wenn mehrere gleichartige Stufenumspanner von einer gemeinsamen Automatik gesteuert werden sollen, so ist oberste Bedingung, daß die Regler möglichst synchron auf die neue Stufe gehen. Anderenfalls sind zusätzliche Ausgleichströme unvermeidlich. Die größeren AEG-Regler werden daher stets so ausgeführt, daß später eine Parallellauf-Ueberwachungseinrichtung vorgesehen werden kann, die den Gleichlauf der parallelarbeitenden Stufenregler überwacht.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Stellengesuche

Für Überlandwerke, Industrie- und Montanwerke

Erfahrener **Oberingenieur**, Elektro-Dipl.-Ing.

mit 20 jähriger erfolgreicher Praxis, Erbauer gr. Verteilungsanlagen u. Dampfkraftwerken. Leitete in Übersee die Betriebe eines Industrie- u. Kohlenbergwerkes mit 3500 t Tagesleistung, verbilligte die Gewinnung u. steigerte die Förderung. Bewährt im ökonomischen Lösen techn. Fragen, sowie im Berechnen u. Reparieren. Sparsamer Wirtschaftler, der einen Betr. rentabel zu gestalt. vermag,

bietet seine Arbeitskraft an, um in verantw. Stelle, im In- od. Auslande, am Ausbau eines einschl. Unternehmens mitarb. zu können. — Beherrscht spanisch, versteht englisch.

Ist zielbew., aufrechte Persönlichkeit, repräsentativ, Arier, gewandt im Verkehr u. geschickt im Verhandeln. Erste Referenzen u. Zeugnisse stehen zur Verfügung. — Zuschriften erb. u. E. 5490 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

ELEKTRO-INGENIEUR

30, arisch, gute techn. Kenntnisse, zielbewußte, energische Persönlichkeit, in ungekündigter, selbständiger Stellung bei Großfirma für Entwurf und Ausführung großer Schalt- und Meßanlagen, mit Prüffeldpraxis, bewandert in allen Fragen der Meß- und Zählereichtechnik, mit gewandtem Auftreten, rethorisch begabt und leichte Einarbeitung, wünscht neuen Wirkungskreis als

Direktionsassistent

oder ähnl. ausbaufähigen Vertrauensposten in größerem Eltwerk oder Industrie. — Erstklassige Zeugnisse und Referenzen vorhanden. — Angebote erbeten unter E. 5497 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Namhafter Fachmann der Elektrowärme,

Fabrikdirektor, promovierter Akademiker mit langjährigen Erfahrungen in Entwicklung und Herstellung von Elektrowärmegeräten und ersten Referenzen, auch literarisch tätig, Arier, sucht **neuen Wirkungskreis in leitender Stellung.**

Angebote unter E. 5495 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Ingenieurpersönlichkeit

sicheres Auftreten, strebsamer Arbeitskamerad, Organisationstalent; 6 Jahre Projekte und Verkauf für Antriebe und Anlagen, vielseitige Kenntnisse und Erfahrungen; Elektro-Diplom-Ingenieur, verheiratet, 31 Jahre, **sucht neuen Wirkungskreis.**

Angebote unter E. 5494 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ingenieur VDE.
23 Jahre, mit guter praktisch. Vorbildg. (Gesellenpr.) u. gut. Zeugn. sucht für 15. V. 35 oder später Anfangsst. im Berechn.-Büro, Betrieb oder Laborator. Angebote unt. E. 5483 an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9.

Elektro-Ingenieur
37 Jahre, in ungek. Stellung als Abteilungsleiter sucht sich zu verändern. Verfüge über reiche Erfahrungen in der Fabrikation sowie Konstruktion von Schalt- und Installations-Apparaten auf Grund einer 12jähr. Tätigkeit bei größeren Werken. Mit den einschl. VDE- u. IFK-Vorschr., d. Patentlage u. Patentbearb. durchaus vertr. Angebote unter E. 5500 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Oberingenieur
Mitte 30, in ungekünd., selbst. Stellung der mit allen Fragen der Ü.-W.-Stromvers. (Betrieb, Bau usw.) nach neuzeitl. Gesichtspunkt. völlig vertraut ist, energ., zielbew. sucht sich zu verändern. In Frage kommt nur ähnlich. Stellung in größ. Unternehmen. Angebote unt. E. 5503 an die Anzeig.-Abteil. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Zähler-Fachmann
35 Jahre, 15jähr. Praxis, firm i. d. Zähler- u. Meßtech., vertr. m. d. mod. Eichmeth. w. Gleichlast usw. nach amtl. Vorschr., erstkl. Ref. v. El.-W., Zählerf. S. S. W. u. Prüfamt sucht, s. zu veränd. Ang. u. E. 5484 a. d. Anz.-Abt.

Stellenangebote

Akkumulatorenfachmann

gesucht. Bewerber muß nachweisbar als Leiter einer Akkumulatorenfabrik tätig gewesen sein und sich durch prima Zeugnisse und Referenzen ausweisen können. Bedingung: Erstklassiger Fachmann in der Herstellung von Bleistaub als auch von Starter- u. Traktionsplatten. Gründliche Kenntnisse in der Gießerei, Schmiererei und Formation als auch im Einbau sind Voraussetzung. Interessenten in Stellung wird strengste Diskretion zugesichert. Handgeschrieb. Offerten unter Beilage von Lichtbild u. Zeugnissen; Bildungsgang, Gehaltsanspr., bisherige Tätigkeit, frühester Eintrittstermin usw. sind erbeten unter E. 5493 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Digitized by Google

Stationsschalter (RWE-Heinisch-Riedl-Schalter).

Mitteilung der AEG.

Von den vom VDE zugelassenen Schutzmaßnahmen gegen Berührungspannung hat die Nullung eine ausgedehnte Verbreitung. Neben der Schutzschaltung (Trennschutzschalter), die in letzter Zeit in elektrischen Küchen eine zunehmende Anwendung gefunden hat, bleibt die Nullung von großer Bedeutung, weil sie für den Installateur einfach durchzuführen und für den

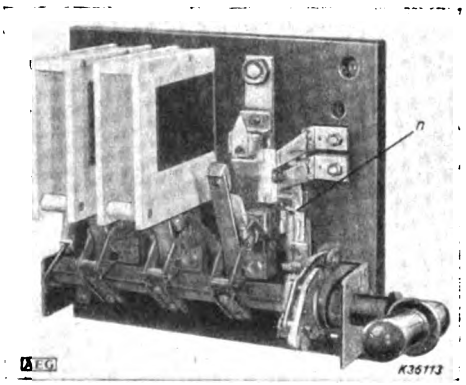


Abb. 1. Stationschalter Form Stn für 200 A Nennstrom mit Nulleiterauslöser n.

Anlagenbesitzer mit einem Kleinstmaß von Kosten verbunden ist.

In den Leitsätzen für Schutzmaßnahmen in Niederspannungsanlagen (LES 1/1932) ist allerdings eine Reihe von Bedingungen enthalten, die bei Anwendung der Nullung erfüllt sein müssen. Ihre Einhaltung obliegt in der Hauptsache dem Stromlieferer. Soll der Anschluß der zu schützenden Anlageteile an den Nulleiter (Nullung) keine Gefahr bringen, so muß untersucht werden, ob der Nulleiter selbst durch betriebsmäßige Belastungen oder Störungen im Netz eine unzulässige Spannung gegen Erde annehmen kann.

Im ordnungsgemäßen Betrieb eines Ortsnetzes dürften nennenswerte Spannungen des Nulleiters gegen Erde kaum auftreten. Oertlich auftretende unsymmetrische Belastungen gleichen sich meist bereits in einiger Entfernung durch entsprechende Belastungen der anderen Phasen aus. Jeder Spannungsabfall am Nulleiter äußerst sich ferner in einer Unsymmetrie des Spannungsternes beim Verbraucher. Lampen und andere Geräte, die zwischen Phase und Null hängen, liegen an verminderter Spannung. Das Höchstmaß der Spannungabsenkung an diesen Geräten begrenzt auch den höchstzulässigen Spannungabfall längs des Nulleiters und damit des Nulleiters gegen Erde. Nimmt man den ungünstigsten Fall an, daß eine große unsymmetrische Last am Ende eines Netzausläufers angreift, so verteilt sich der Spannungabfall längs des Nulleiters bei Beachtung der Vorschrift, daß der Nulleiter auch an Netzausläufern zu erden ist, schließlich noch auf die beiden Betriebserden am Anfang und Ende im Verhältnis ihrer ohmschen Widerstände.

Unzulässige Spannungen des Nulleiters gegen Erde werden indessen durch den Störungsfall des Kurzschlusses zwischen Phase und Null hervorgerufen. Bei jedem Kurzschluß zwischen einem Außenleiter und dem Nulleiter des Netzes verteilt sich die gesamte Phasenspannung auf die Widerstände von Außenleiter und Nulleiter. Hat der Nulleiter wie in den meisten Fällen nur den halben Querschnitt der Außenleiter, so entfallen auf ihn zwei Drittel der Phasenspannung, d. h. in 380/220 V-Netzen z. B. etwa 147 V. Bei nur einer Betriebserde in der Umspannerstation würde die Spannung von 147 V an der Fehlerstelle in voller Höhe als Spannung des Nulleiters gegen Erde auftreten; durch eine Betriebserde am Netzende kann diese Spannung im günstigsten Falle auf die Hälfte, d. h. etwa 73 V, heruntergesetzt werden.

Um das Bestehenbleiben der genannten Spannungen zu verhindern, fordert der VDE die sichere Abschaltung von Kurzschlüssen zwischen Außenleiter und Nulleiter. Der Widerstand der Leiterschleife Außenleiter—Nulleiter darf daher von der Umspannerstation bis zum Ende des längsten Netzausläufers einen bestimmten Wert nicht überschreiten. Jeder Kurzschluß zwischen Phase und Null am Ende dieses Netzausläufers muß in kurzer Zeit durch die nächste Stromsicherung, die meist in der Umspannerstation angeordnet ist, zur Abschaltung kommen. Besonders in ländlichen Bezirken von Ueberlandwerken ist diese Forderung des VDE nicht ohne weiteres erfüllt. Eine entsprechende Verstärkung der Querschnitte von Außenleiter und Nulleiter wäre unzweckmäßig, zumal die Spannungsverhältnisse im Netz diese Verstärkung meist nicht erfordern. Weit zweckmäßiger ist der Einbau von Stationschaltern in die Umspannerstationen.

Abb. 1 zeigt einen Stationschalter (RWE-Heinisch-Riedl-Schalter) in der einfachsten Ausführung. Er hat als einziges Auslöseorgan einen Ueberstromauslöser für den Nulleiter. Da der Nullpunkt des Umspanners stets nur mit einem gewissen Vomhundertsatz der Außenleiterstromstärke betriebsmäßig belastet ist, kann der Nulleiterauslöser des Stationschalters entsprechend niedrig eingestellt werden. Mit Hilfe des Nulleiterauslösers schaltet der Stationschalter daher auch Kurzschlüsse zwischen Phase und Null ab, wenn bei großem Netzwiderstand die Phasensicherung durch den Kurzschlußstrom längst nicht mehr zum Ansprechen kommt. Um ein selektives Arbeiten mit den Hausanschlußsicherungen zu gewährleisten, ist der Nulleiterauslöser als Wärmeauslöser ausgebildet. Durch eine besondere Bauweise ist seine Trägheit indessen weit geringer als z. B. die eines Phasenauslösers für Motorschutzschalter. Der Strom bei einem Kurzschluß zwischen Phase und Null am Ende des

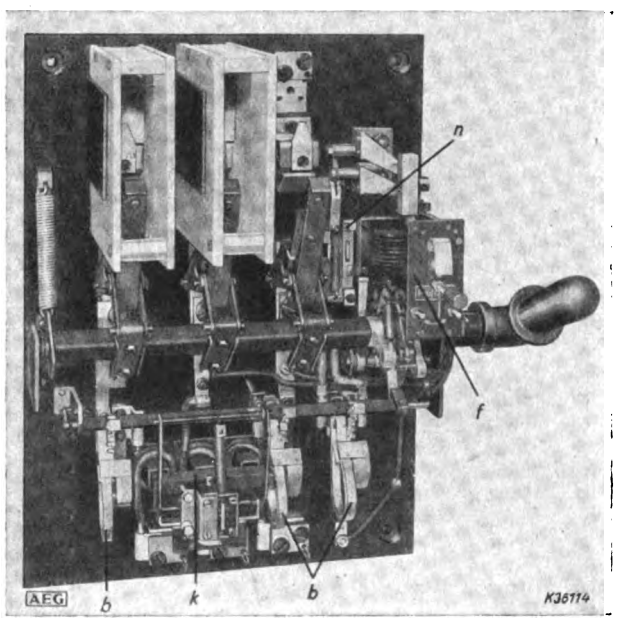


Abb. 2. Stationschalter Form Stbkn für 100 A Nennstrom, mit Bimetallauslösern b und Kurzschlußauslösern k in den Phasen, mit Nulleiterauslöser n und langverzögerter Fehlerspannungspule f.

längsten Netzausläufers braucht nur den zweifachen Auslösegrenzstrom des Nulleiterauslösers zu erreichen, um die vom VDE geforderte kurze Zeit bis zur Abschaltung zu gewährleisten.

Sollen die Sicherungen überhaupt fortfallen, so wird zweckmäßig ein Stationschalter mit Wärme- (große Trägheit) und Kurzschlußauslösern in den Phasen (Abb. 2) eingebaut. Sämtliche Stationschalter können auch mit einer lang verzögerten Fehlerspannungspule zur Ueberwachung der Spannung des Nulleiters gegen Erde ausgerüstet werden.

Digitized by Google

Stellengesuche

Elektro-Ingenieur 28 J., ledig, kaufm. gewandt, z. Z. Leiter einer Installationsabteilung, sucht neuen entwicklungsfähigen Wirkungskreis als **Montageleiter, Abnahmeingenieur** eines Überlandwerkes oder **Leiter der Installationsabteilung** eines größeren Installationsgeschäftes, spät. Beteiligung mit 10—15 Mille möglich. Angebote unter **E. 5510** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Diplom-Ingenieur

30 Jahre, Stark- und Schwachstrom, mehrjährige Tätigkeit in Offertabteilung und Prüffeld großen Elektromotorenwerkes, z. Z. in ungekündigter Stellung, sucht ausbaufähigen Wirkungskreis.

Zuschriften unter **E. 5519** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9

Elektro-Diplom-Ingenieur

33 Jahre, ledig, viels. Praxis im In- und Ausland, Prüfung und Fabrikation v. Stark- u. Schwachstromkabeln, Elektrizitätsversorgung, Installation, organisationsbefähigt, kaufmännische Kenntnisse, Führerscheine 1 u. 3, sucht Stellung, auch Lehrtätigkeit. Ang. unt. **E. 5516** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Physiker, Ende 20, Dr. phil., Assistententätigk. u. 5 J. Praxis (Gasentl., Hochspg., Hochvak.) sucht Stellg. am liebst. b. mittl. Fa. Charakt., Können u. Wissen a. i. d. Nebenzweig. befäh. zu verantw. führ. Posten, Ang. u. **E. 5517** a. d. A.-A. der ETZ.

DIPLOM-INGENIEUR in ungek. Stellung, verh., 36 J., mit Erfahr. im Überl.-Werksbetr. (Betr., Statist. Tarif- und Stromverk.) sucht baldmögl. neues Arbeitsfeld. Angebote unt. **E. 5518** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9

Kabelingenieur

30 Jahre, zielbewußt, gewandt, mit guten Versuchs- und Betriebserfahrungen, sucht sich in verantwortlichen Wirkungskreis entwicklungsfähig zu verändern.

Angebote unt. **E. 5533** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Oberingenieur

Mitte 30, in ungekünd., selbst. Stellung der mit allen Fragen der Ü.-W.-Stromvers. (Betrieb, Bau usw.) nach neuzeitl. Gesichtspunkt. völlig vertraut ist, energ., zielbew. sucht sich zu verändern. In Frage kommt nur ähnlich. Stellung in größ. Unternehmen. Angebote unt. **E. 5503** an die Anzeig.-Abteil. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

ETZ-ANZEIGEN
verbürgen den größten Erfolg

Spezialist für Installationsmaterial

mit reichen Erfahrungen in **Entwicklung** und **Fabrikation** und genauer Kenntnis des **Patentwesens**, zur Zeit in leitend. Stellung tätig, wünscht sich zu verändern.

Zuschriften unter **E. 5528** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Stellenangebote

Für die Leitung eines mittleren Betriebes wird

INGENIEUR

als Fachmann zur Herstellung von Kohlen für elektr. Zwecke gesucht. An selbständiges Arbeiten gewöhnte Herren, mit Erfahrung im Werkzeugbau, werden um ausführliche Bewerbung mit Bild, Zeugnissen und Gehaltsanspruch unt. **E. 5527** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9 erbeten. Strengste Diskretion zugesichert!

Erstes Werk der Schwachstromindustrie sucht

Verstärker-Fachmann

Physiker od. Dipl.-Ingenieur, mit Wohnsitz Berlin wird bevorzugt.

Bewerber müssen sowohl d. Fachgebiet theoretisch und praktisch beherrschen, als auch über gute Umgangsformen verfügen und persönliche Beziehungen zu Zentral-Behörden (Reichspost, Reichsbahn) und Parteistellen aufweisen können.

Ausführliche Bewerbungen unter **E. 5531** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Bergwerks- und Hütten-Konzern

sucht als Leiter der elektrotechnischen Abteilung

ELEKTRO-DIPLOM-INGENIEUR

mit mehrjähriger Tätigkeit bei Großfirmen und reichen Erfahrungen im Betrieb v. elektrif. Großschachtanlagen u. Drehstrom-Kraftwerken mit umfangreichen Hochspannungsanlagen und ausgedehntem Kabelnetz. Verlangt wird weiter Sicherheit in der Planung von elektr. Anlagen aller Art unter Aufstellung von Kostenanschlägen und Anfragen. In Frage kommt nur eine arbeitsfreudige, zielbewußte, unermüdliche Kraft mit eigener Initiative, groß. Können u. ernster Dienstauffassung.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild, sowie unt. Angabe der Gehaltsansprüche u. von Referenzen erbeten unt. **E. 5521** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Leitender Verkaufs-Ingenieur

Spezialist für elektrische Apparate und Schaltanlagen für Mitteldeutschland gesucht. Verlangt werden Spezialkenntnisse, akquisitorische Begabung und absolute Vertrauenswürdigkeit. Andere Bewerbungen zwecklos.

Angeb. mit Bildungsgang, Referenzen, Eintrittstermin und Gehaltsanspr. unter **E. 5530** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Laborant f. elektrotechn. Werkstatt in Berlin (Isolierstoffbranche), mögl. einige Jahre Praxis, gesucht. Angebote mit Gehaltsansprüchen und entsprechenden Unterlagen unter **E. 5509** an die Anzeigen-Abtlg. der ETZ, Berlin W 9.

Digitized by Google

Kleinlichtrelais

Mitteilung der AEG.

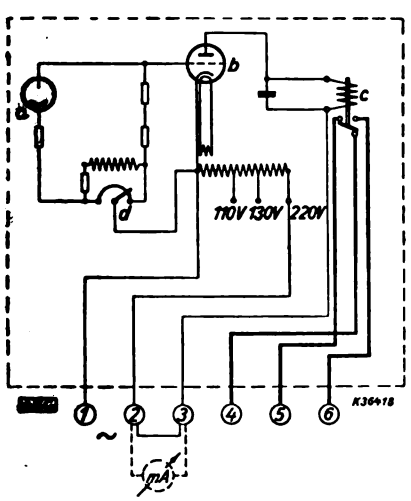
Die lichtelektrische Zelle ist ein ideales Hilfsmittel, durch Lichtstrahlen die verschiedensten Vorgänge auszulösen. Bei Verwendung der lichtelektrischen Zelle zu Steuerungszwecken wird es sich immer darum handeln, Lichtänderungen zu erfassen und sie in elektrische Ströme umzuwandeln. Diese Stromänderungen werden dann durch Verstärker soweit vergrößert, daß sie sie zur Betätigung üblicher Schalt- oder Steuergeräte ausreichen.

Abb. 1. AEG-Kleinlichtrelais

Das Lichtrelais stellt die einfachste Ausführungsform eines lichtelektrischen Steuergerätes mit sehr vielen Anwendungsmöglichkeiten dar. Es spricht auf die Lichtunterschiede Hell-Dunkel an und wird meist in Verbindung mit einer besonderen Lichtquelle verwendet.

Diese auch unter der Bezeichnung „Lichtschranke" bekannte Einrichtung ermöglicht ohne Zuhilfenahme einer mechanischen Kraft die Betätigung von elektrischen Schaltvorgängen. So lassen sich z. B. in beliebiger Folge bewegte Gegenstände, bei denen mechanische Steuerglieder aus irgend einem Grunde (frischer Anstrich, geringe mechanische Festigkeit, zu hohe Geschwindigkeit) nicht betätigt werden können, mit Hilfe eines Lichtrelais und eines Zählrelais bequem und sicher zählen. Das Lichtrelais kann ferner zur Steuerung von Rolltreppen auf Bahnhöfen und in Warenhäusern dienen, ferner zur Einschaltung von Schaufenster- und Reklamebeleuchtungen, zur Anregung von Warnungssignalen an Ausfahrten, zur Steuerung von Werkzeug- und Verpackungsmaschinen usw.[1])

Das AEG-Kleinlichtrelais (Abb. 1) wurde auf Grund der in den letzten Jahren gesammelten Erfahrungen entwickelt; es wird wegen seines einfachen Aufbaues und seiner hohen Betriebsicherheit der Fotozelle als technischem Steuerorgan noch weitere Anwendungsgebiete erschließen. Dieses Lichtrelais besteht im wesentlichen aus Fotozelle, Hilfsrelais und zwischengeschaltetem Verstärker und wird normal zum Anschluß an Wechselspannungen von 110, 130 oder 220 V, 50 Per/s, ausgeführt (Abb. 2). Für Gleichstrom ist eine Sonderausführung erforderlich.



a = Fotozelle,
b = Verstärkerröhre,
c = Hilfsrelais,
d = Potentiometer.

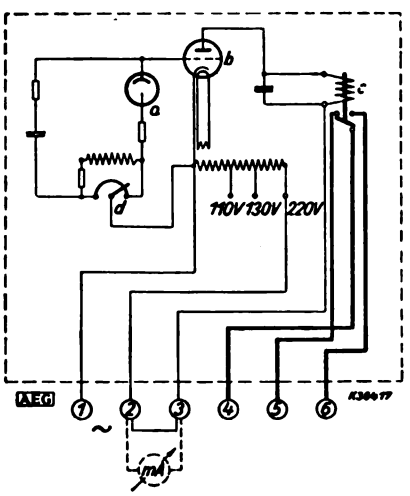
Abb. 2.
AEG-Kleinlichtrelais in Arbeitstromschaltung.

[1]) W. Kluge und H. Briebrecher, Fotozellen in lichtgesteuerten Maschinen und Apparaten, VDI-Zeitschrift, Band 78, 1934, Seite 935. G. Wolfenbach, Fotozellen-Steuerungen, AEG-Mitteilg. 1935, Heft 2, S. 58.

Der Fotozellenstrom muß für Steuerzwecke verstärkt werden; hierfür ist im Relaisgehäuse ein einstufiger Verstärker eingebaut, dessen Anodenstrom von der auf die Fotozelle auftreffenden Lichtstärke abhängt. Die erforderliche Heiz- und Anodenspannung liefert ein in das Gehäuse eingebauter Hilfsumspanner. Der verstärkte Fotozellenstrom betätigt ein Hilfsrelais, das mit einem Umschaltkontakt versehen ist. Der parallel zur Wicklung des Relais angeordnete Kondensator dient zur Glättung des vom Verstärker gelieferten pulsierenden Gleichstromes und gewährt für das Hilfsrelais ein ruhiges, geräuschloses Arbeiten. Das Vorsatzrohr auf der Kappe soll den Zutritt von störendem Nebenlicht zur Fotozelle verhindern; es ist durch eine Glasscheibe staubdicht abgeschlossen.

Die für das Kleinlichtrelais entwickelte Lichtquelle liefert bei Verwendung einer Niedervoltglühlampe von 6 V, 15 W eine Lichtstärke, die ausreicht, Entfernungen bis zu 15 m zu überbrücken.

Nach der in Abb. 2 dargestellten Schaltung wird das im Relaisgehäuse angeordnete Hilfsrelais ansprechen und den gewünschten Schalt- oder Steuervorgang dann einleiten, wenn der Lichtstrahl unterbrochen wird. Die Einrichtung kann aber auch so getroffen werden, daß die Fotozelle im allgemeinen unbelichtet ist und daß das Relais erst beim Auftreffen des Lichtstrahls anspricht (Abb. 3). In beiden Schaltungen dient ein von außen einstellbares Potentiometer dazu, den Ansprech- oder Abfallwert der Relais den gegebenen Arbeitsbedingungen anzupassen.



a = Fotozelle,
b = Verstärkerröhre,
c = Hilfsrelais,
d = Potentiometer.

Abb. 3.
AEG-Kleinlichtrelais in Ruhestromschaltung.

Das Kleinlichtrelais arbeitet im allgemeinen mit sichtbaren Strahlen. Es kann aber auch z. B. für einfache Raumschutzanlagen durch unsichtbare Strahlen angeregt werden.

Die wichtigsten technischen Werte des Kleinlichtrelais sind:

Nennspannung: 110, 130 oder 220 V,

Leistungsaufnahme: etwa 10 VA,

Abschaltleistung des Hilfsrelais: 50 VA bei 220 V Wechselstrom,

Mindesthelligkeit für die Fotozelle: 30 Lx,

Abmessungen: etwa 285 × 150 × 100 mm,

Nettogewicht: etwa 4 kg.

Die in dem Kleinlichtrelais zur Verwendung kommende Fotozelle ist eine gasgefüllte Cäsiumzelle[1]). Derartige Alkalizellen werden in Verbindung mit Verstärkerröhren dann mit besonderem Erfolg verwendet, wenn bezüglich Konstanz- und Trägheitsfreiheit hohe Ansprüche gestellt werden.

[1]) AEG-Druckschrift Rs/V 8.

Digitized by Google

Porzellanfabrik zu Kloster Veilsdorf

Veilsdorf WERKE
gegründet 1765

Freileitungsisolatoren
Montage- und Installations-Porzellan für Hoch- und Niederspannung. Technische Porzellane aller Art.

Prüfanlagen bis 500,000 Volt
Eigene Versuchslaboratorien
Neuzeitlich eingerichtete Matrizen-Werkstätten

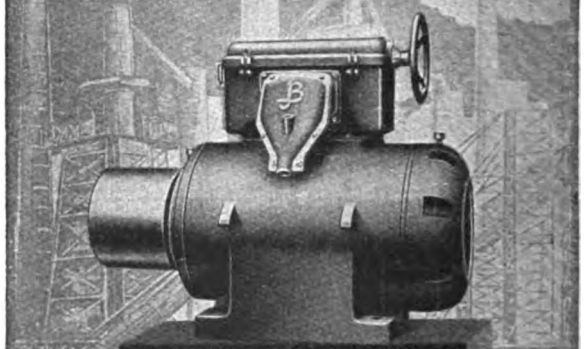
WERKE IN KLOSTER VEILSDORF
EISFELD, BRATTENDORF
UND MEUSELWITZ

WAHNER-
ISOLIERMATERIALIEN

Wir liefern:
„Wahnerit"-Hartpapier-Platten
Emaille-Kupferdrähte
Dynamo- und Widerstandsdrähte
Emaillierte Antennenlitze
Emaillierte Hochfrequenzlitze mit Isolierfaden-Umspinnung
D. R. P. angem.
Wahnerit-Hartpapier
Platten, Rohre, Stäbe, Formstücke, Preßteile
Cambric und Canvass
für geräuschlos arbeitende Zahnräder
Isolierschläuche
Auto-Licht- und Zündkabel, Bus- und Schaltdrähte
Isolierlacke
Preßspan

ELEKTRO-ISOLIER-INDUSTRIE
M.B.H. WAHN/Rhd

Bruncken-
Doka-Motoren
D.R.P.



BIS 250 PS LEISTUNG
Der einzige Käfiganker-Motor mit Schleifringanker-Charakteristik
Anlauf durchschnittlich bis zum Dreifachen des normalen Drehmomentes

CÖLNER ELEKTROMOTORENFABRIK
JOHANNES BRUNCKEN
KÖLN-BICKENDORF

Digitized by Google

Einpolige Fernschalter Form TF.

Mitteilung der AEG.

Für Stellen, an denen große Stromstärken geschaltet werden müssen, haben sich die Schalter für Hand- und Fernbetätigung Form TF, von denen seit Jahren mehrere Hundert im Betrieb sind, bestens bewährt. Sie können mit Ueberstrom-, Rückstrom- und Unterspannungsauslösung ausgerüstet werden.

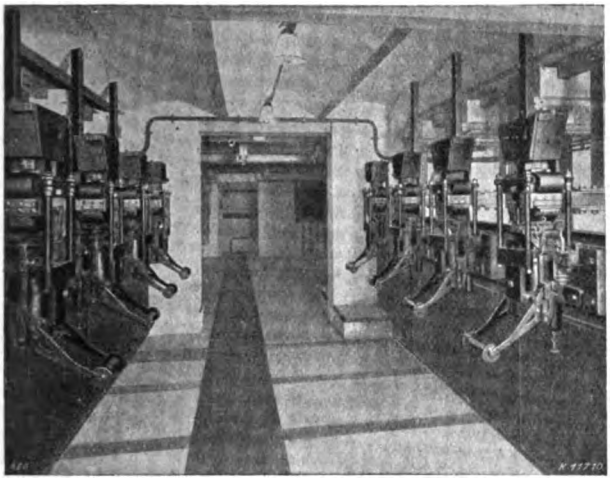


Abb. 1. Schaltraum mit einpoligen Fernschaltern Form TF je 6000 A.

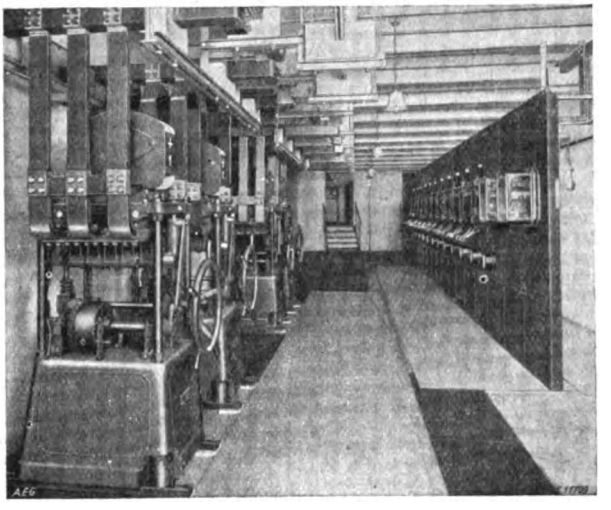


Abb. 2. Vier Groß-Automaten je 15 000 A (links) und elf Fernschalter Form TF je 2000 A (rechts).

Die einpoligen Fernschalter Form TF*) werden bis zu Größen von 6000 A, 750 V für Wandanbringung und für 9000, 12 000 und 15 000 A, 550 V in freistehender Ausführung geliefert. (Für noch größere Stromstärken bis 27 000 A finden Selbstschalter Form EM Verwendung.)

Die freistehende Ausführung der „Groß-Automaten" ermöglicht zusammen mit der Fernbetätigung und der Tatsache, daß die Schalter große, seitlich abgeschlossene Funkenkammern haben und somit keine besonderen Schaltzellen benötigen, den Einbau in den Leitungszug, also die Aufstellung in unmittelbarer Nähe der Generatoren oder Sammelschienen, am zweckmäßigsten in einem Schaltraum unter diesen. Dies bedeutet nicht nur eine einfache und übersichtliche Leitungsführung, sondern auch Ersparnisse an Leitungsmaterial, die bei den hohen Stromstärken und den diesen entsprechenden großen Querschnitten ins Gewicht fallen. Die Schaltleistungen sind den gestellten Anforderungen gemäß hoch. So können mit den 15 000 A-Schaltern die höchsten vorkommenden Kurzschlußströme einwandfrei abgeschaltet werden. Diese Leistung wird durch eine fünfstufige Abschaltung sowie eine zweckentsprechende Ausbildung der Lichtbogen-Abreißvorrichtung und der Kontakte erzielt. Die schwenkbare Anordnung der Hauptkontaktbürsten gewährleistet eine stets gute Auflage der Kontaktflächen. Die Funkenabreißvorrichtung, die räumlich von den Hauptbürsten getrennt ist, hat ein kräftiges magnetisches Gebläse mit geeigneter Feldverteilung sowie eine geräumige Funkenkammer. Diese ist mit Zwischenwänden ausgerüstet und zur leichteren Wartung aufklappbar eingerichtet. In der Funkenlöschung ist ferner eine Signalvorrichtung angebracht, die jede unzulässige Veränderung der Schaltteile anzeigt. Außerdem können an der Betätigungsstelle die Schaltstellungen über Signalkontakte kenntlich gemacht werden.

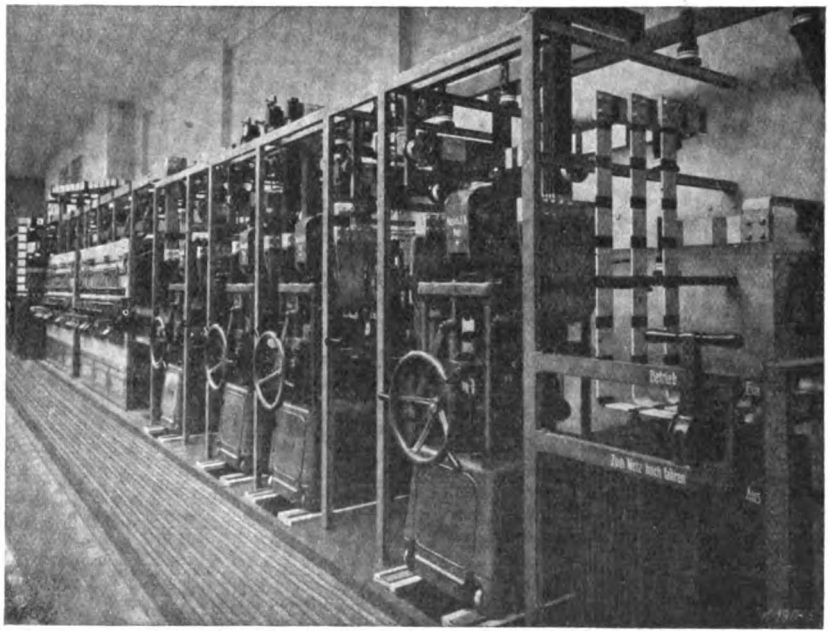


Abb. 3. Groß-Automaten Form TF im Schaltraum eines Elektrizitätswerkes.

Die Ferneinschaltung erfolgt ebenso wie die Betätigung von Hand über eine Zahnradübersetzung und ein Freiauslösungsklinkenschloß.

Die Abb. 1 bis 3 zeigen Beispiele ausgeführter Schaltanlagen mit Fernschaltern Form TF.

*) s. auch AEG-Druckschrift Sa/V 1476.

Digitized by Google

Die Dampfturbine im Betriebe. Errichtung — Betrieb — Störungen.

Von **E. A. Kraft** VDI, Dr.-Ing. habil., Dr. techn. h. c., Professor an der Technischen Hochschule, Direktor der AEG-Turbinenfabrik in Berlin. Mit 206 Textabbildungen und 10 Zahlentafeln. VI, 277 Seiten. 1935. Gebunden RM 37.50

Inhaltsübersicht: Einleitung. — **Die Errichtung:** Die Beförderung zur Baustelle und im Kraftwerke. — Das Fundament. — Der Kondensator. — Die Hilfsmaschinen der Kondensationsanlage. — Die Rohrleitungen der Kondensationsanlage. — Die Bauteile der Axialturbinen. — Der Zusammenbau und die Ausrichtung von ortfesten Axialturbinen. — Die Dampfleitungen der Turbine. — Die Ölversorgung. — Die Sicherheitsvorrichtungen. — Die Reglung. — Die Schiffsturbine. — Die Radialturbine. — **Der Betrieb:** Die allgemeinen Betriebsbedingungen. — Die erste Inbetriebsetzung. — Das Anfahren. — Die Sicherung des Betriebes. — Die Reglung im Betriebe. — Das Überwachen während des Betriebes. — Die wärmetechnischen Meßverfahren. — Der Dampfverbrauch. — Das Abstellen und das Auslaufen. — Der Stillstand. — Die regelmäßige Besichtigung und Überholung. — Die Sondermaßnahmen für Radialturbinen. — **Die Störungen:** Die zahlenmäßige Erfassung der Störungen. — Die Fundamentschäden. — Die Schäden an der Kondensationsanlage. — Die Schäden an Turbinenteilen. — Die Störungen an den Dampfleitungen und der Ölversorgung. — Die Störungen an den Sicherheitsvorrichtungen. — Die Reglungschäden. — Zusammenfassung. — Schrifttum. — Namen- und Sachverzeichnis.

Dampfturbinen-Verbrauchsdiagramme

Grundlagen und Entwurf nebst Beispielen. Von Ing. **Hans Hiedl,** Wien. Mit 63 Textabbildungen. VI, 83 Seiten. 1935. RM 8.—

Der erste Abschnitt des Buches enthält die Zusammenstellung der für den Entwurf der Diagramme notwendigen Grundlagen. Es werden Einblicke in das Verhalten von Gegendruck- und Kondensationsturbinen bei Teil- und Überlast gegeben und charakteristische, zum raschen und einfachen Entwurf von Verbrauchsdiagrammen geeignete Kennzahlen abgeleitet. — Im zweiten Abschnitt ist der eigentliche Entwurf von Turbinenverbrauchsdiagrammen ausführlich besprochen, wobei auch auf die Arbeitsweise, Regelung und Schaltung der betreffenden Turbine kurz eingegangen wird. Es sind verschiedene Entwurfsbeispiele für die gebräuchlichsten Turbinenarten gegeben und an Hand derselben auch der Gebrauch der Diagramme erläutert.

Maschinenkunde

Von Professor **H. Welhe** †. Zweite, völlig neu bearbeitete und ergänzte Auflage von Professor Dipl.-Ing. **Josef Hanner,** Berlin. („Handbibliothek für Bauingenieure", Erster Teil, Band 3.) Mit 634 Textabbildungen. VIII, 322 Seiten. 1935. Gebunden RM 17.50

Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau

Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von Professor **H. Dubbel,** Ingenieur, Berlin. Sechste, völlig umgearbeitete Auflage. Mit etwa 3000 Textfiguren. X, 1720 Seiten. In zwei Bänden. 1935. Gebunden RM 22.50; bei Bezug von 10 Exemplaren an je RM 20.25

Arbeiten aus dem Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule Aachen. Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. e. h. Dr.-Ing. W. Rogowski.

Sechster Band: 1933. Mit 210 Textabbildungen. 184 Seiten. 1934. RM 12.—

Inhaltsübersicht: Über Elektronenionisierung von Stickstoff, Sauerstoff und Luft bei geringen und hohen Drucken. — Gasentladung und Durchschlag. — Vergleich von Elektronen- und Lichtschwärzung beim Kathodenoszillographen. — Über einige Versuche zur elektrostatischen Konzentrierung von Kathodenstrahlen. — Verschärfung stroboskopischer Messungen durch Verwendung kurzzeitiger Spannungsstöße. — Zur Erklärung des gaskonzentrierten Elektronenstrahls. — Der Stufendurchschlag bei Überdruck. — Die Verschleifung von Sprungwellen auf Hochspannungsleitungen. — Über die räumliche Verteilung der Emission von Glühkathoden. — Über die Beeinflussung der Elektronenbahn durch das Heizstromfeld von Glühkathoden. — Eine einfache Schaltung mit zwangläufiger Kopplung von Strahlsperrung und Zeitablenkung beim Kathodenoszillographen. — Ein Vorschlag zur Erzeugung sehr hoher statischer Gleichspannung. — Ein Kaltkathodenoszillograph für niedrige Erregerspannung. — Ein neuer Mehrfachkathodenstrahloszillograph. — Empfindliche Rayleigh-Scheiben für Schallmessungen. — Ein Kathodenstrahloszillograph zur unmittelbaren Aufnahme sehr hoher Gleich- und Wechselspannungen. — Zur Spannungsabhängigkeit technischer Halbleiter-Materialien. — Die Dämpfung von Wanderwellen auf Hochspannungsleitungen. I. (Vorgänge auf Doppelleitungen.) — Hehlsches Gesetz und Wechselstromwiderstand einer Glimmentladung. — Die Grenzleistung des Kathodenoszillographen bei Linsenschrift. — Registrierung von Überspannungen. — Zwangläufig gekoppelte Strahlsperrung und Zeitablenkung beim Kathodenoszillographen. — Die Dämpfung von Wanderwellen auf Hochspannungsleitungen. II. (Vorgänge auf Einfachleitungen.) — Die Elektronenstromdichte im Kathodenstrahlenentladungsrohr. — Aperiodischer Verstärker für kaltkathodenoszillographische Untersuchungen. — Modelle zur Theorie des Durchschlags und der Entladungen in Gasen.

Die Elektrizitätstarife

Nachfrage und Gestehungskosten elektrischer Arbeit, Aufbau und Anwendung der Tarife.
Von Dr.-Ing. **Gustav Siegel** und Dr.-Ing. **Hans Nissel.** Dritte, völlig umgearbeitete Auflage von „Der Verkauf elektrischer Arbeit". Mit 54 Abbildungen, 139 Tarifbeispielen und einer Kursumrechnungstafel. VIII, 318 Seiten. 1935. Gebunden RM 28.50

Die Beleuchtung von Eisenbahn-Personenwagen

mit besonderer Berücksichtigung der elektrischen Beleuchtung. Von Dr. phil. **Max Büttner.** Vierte, umgearbeitete Auflage. Mit 128 Textabbildungen. VI, 195 Seiten. 1930. Gebunden RM 15.— (abzüglich 10% Notnachlaß)

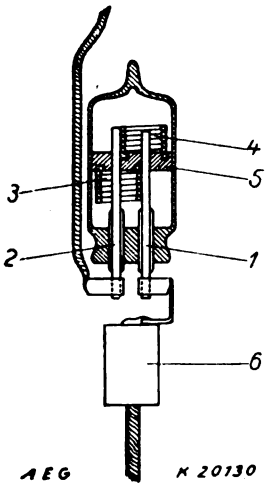
VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN UND WIEN

Digitized by Google

Überspannungsschutz in Niederspannungsnetzen

Mitteilung der AEG*).

Unter den atmosphärischen Vorgängen, die zur Entstehung von Überspannungen führen, sind die unmittelbaren Blitzschläge in Leitungen mit ihren schwerwiegenden Folgen die gefährlichsten, aber glücklicherweise auch die seltensten. Niederspannungsnetze sind jedoch nicht allein durch unmittelbare Einschläge gefährdet, sondern auch durch Blitze, die in größerer oder geringerer Entfernung von der Leitung einschlagen. Die gleichzeitig mit dem Blitzschlag auftretende Änderung des elektromagnetischen Feldes vermag Überspannungen zu induzieren, deren Höhe die Stoßfestigkeit der Isolationen wesentlich überschreiten kann. Die so erzeugten Überspannungen laufen mit Lichtgeschwindigkeit als Wanderwellen über die Leitungen; sie treffen in den Anlageteilen auf Reflektionspunkte, wo sie sich aufstauen und zu Überschlägen führen, die häufig großen Schaden anrichten.



1 u. 2 = Einführungen bzw. Anoden,
3 u. 4 = Kathoden,
5 = Isolierende Trennwand,
6 = Dämpfungswiderstand.

Abb. 1. Entladungsröhre im Längsschnitt.

Um die Überspannung zur Erde abzuleiten, bevor sie Schaden verursachen kann, werden die Freileitungen und Installationen mit Überspannungsschutzgeräten ausgestattet, die erfahrungsgemäß ganz bestimmten Forderungen genügen müssen. Diese sind:

hoher Schutzwert, d. h. Absenkung der Überspannung auf einen Betrag, der keinen Schaden mehr anrichten kann;

niedrige Zündspannungen, d. h. der Ableiter muß auch schon bei kleineren Spannungsstößen arbeiten;

geringster Zündverzug, d. h. kürzeste Zeit zwischen Auftreffen und Ableitung der Überspannung;

gute Löschfähigkeit, d. h. schnelles Abreißen des Entladefunkens.

Nach diesen Gesichtspunkten hat die AEG ihren Ionenableiter als Überspannungsschutz für Wechselstrom-Niederspannungs-Freileitungsnetze und -Installationen entwickelt und damit ein Gerät geschaffen, das sich als ein wirklicher Schutz tausendfach bewährt hat.

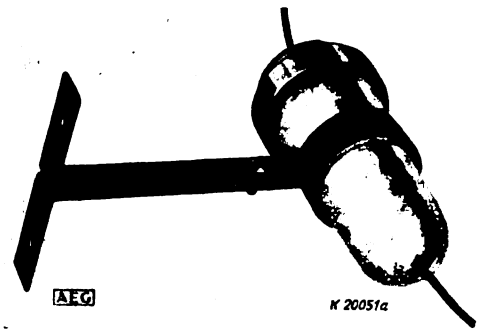


Abb. 2 Überspannungsableiter für Außenanbringung.

Der wirksame Teil des Ionenableiters besteht aus der Entladungsröhre und dem Dämpfungswiderstand (Abb. 1). Zwei in den Quetschteil der Röhre eingeschmolzene Einführungen 1 und 2 tragen je eine spiralförmige Kathode 3 und 4, zu denen die Trägerdrähte die Anoden bilden. Die beiden dadurch entstehenden Entladungssysteme sind durch eine lichtbogenfeste Isolierwand 5 voneinander getrennt. In Reihe mit einem Entladungssystem liegt ein spannungsabhängiger Widerstand 6. Bei den Ableitern für Außenanbringung (Abb. 2) sitzen Röhre und Widerstand wassersicher in einem Porzellangefäß, das mit Schelle an den Masten usw. befestigt wird, bei den Innenableitern (Abb. 3) sind die wirksamen Teile von einer Isolierhülle umgeben, die mit einem Gewindesockel E 27 versehen ist und somit in jedes übliche Sicherungselement für 25 A paßt.

Zum Aufbau der Brücke zur Erde werden die innerhalb der Entladungsröhre stets vorhandenen Ladungsträger benutzt, die durch das elektrische Feld beschleunigt werden und auf ihrem Wege zur Kathode neue Ionen und Elektronen erzeugen, bis die Entladung erfolgt. Je leichter den Elektronen der Austritt aus der Kathode gemacht wird, desto schneller erfolgt die Entladung; man hat deshalb die Kathoden mit einer alkalischen Emissionspaste versehen, welche die Zündung bereits innerhalb von Bruchteilen einer millionstel Sekunde ermöglicht.

Die Ansprechspannung wurde durch die Gasmischung innerhalb der Entladungsröhre so eingestellt, daß die Zündung bei Stoßspannung bestimmt unterhalb des Prüfwertes elektrischer Niederspannungsgeräte erfolgt, so daß diese tatsächlich geschützt sind. Auftreffende Überspannungswellen werden auf einen geringen Bruchteil ihres ursprünglichen Wertes abgesenkt.

Abb. 3. Überspannungsableiter für Innenanbringung.

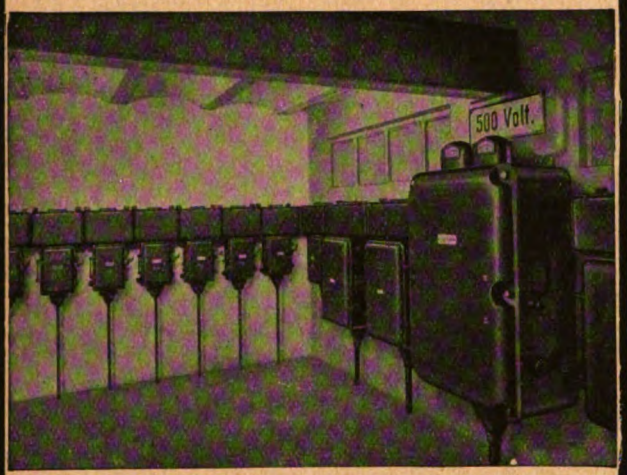
Die Löschsicherheit ist durch die Ventileigenschaft der Elektroden gewährleistet. Die beiden Entladungssysteme stehen zueinander entgegengesetzt parallel; zu jeder pastierten Kathode gehört eine metallische Anode. Eine Überspannung wird diejenige Entladungsstrecke zum Ansprechen bringen, bei der die pastierte Kathode den negativen Pol bildet. Während der Halbperiode der Betriebspannung die der Zündungshalbperiode folgt, wird der negative Pol durch die Anode gebildet, bei der die Vorbedingungen zur Bildung eines Lichtbogens aber nicht gegeben sind, da die Überspannung längst abgeklungen ist.

Der Einbau der Ableiter ist denkbar einfach, eine Wartung ist nicht erforderlich. Ein besonderer Vorzug der Ionenableiter ist, daß zu Beginn jeder Gewitterperiode die im Netz verteilten Ableiter ohne Abnahme vom Mast auf Unversehrtheit geprüft werden können. Bei dem unversehrten Innenableiter bringt eine kurzzeitig angenäherte Hochfrequenzquelle die Röhre zum Aufleuchten, was sich durch kleine Schaulöcher beobachten läßt. Zur Prüfung der im Netz eingebauten Außenableiter wurde ein Sonderprüfgerät entwickelt.

*) s. auch AEG-Mitteilungen 1932, Heft 9 S. 301 und AEG-Druckschriften Sa/V 1447, 1448a

Digitized by Google

EISENGEKAPSELTE
SCHALTANLAGEN
in jeder erforderlichen Zusammenstellung



Erstklassige Ausführung nach den Leitsätzen der VDE-Vorschriften
Erste Referenzen

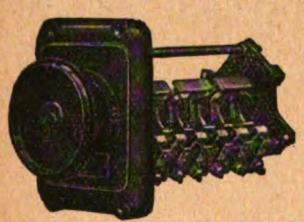
NOSTITZ & KOCH, CHEMNITZ

Kohlebürsten

RW

Ringsdorff-Werke A.-G.
MEHLEM-RHEIN

Anlaß- u. Schaltapparate jeder Art u. Größe
für
elektrische Einzel-Antriebe
von
Werkzeug-Maschinen


zum Einbau

zum Anbau

Mitteldeutsche Schaltapparate-Gesellschaft m.b.H., Eisenach 7

Massenteile
aus Metall
gestanzt, gedreht, gezogen
in Präzisionsausführung
nach Zeichnung und Modell

GEBR. KLEINMANN G.M.B.H.
Berlin-Lichtenberg, Wilhelmstr. 21

KÜPPERS
METALL-
WERKE
G. M. B. H.
BONN T 8

Prakt. Vorführung des **ALUTINOL** Weichlöt-Pulvers
Leipziger Frühjahrsmesse 1935

Digitized by Google

Elektrokarren in der Papierherstellung

Mitteilung der AEG

Bei der Prüfung der Förderverhältnisse in der Papierindustrie ist zu beachten, daß es sich hier fast durchweg um die Beförderung großer Mengen und Gewichte handelt und die hierfür aufzuwendenden Kosten einen erheblichen Anteil am Herstellungspreise ausmachen können. Hierbei ist es gleichgültig, ob es sich um die Herstellung

Abb. 1. AEG-Elektrohubkarren für 2000 kg Tragkraft mit Ladebank in einer Papierfabrik

von Fein-, Pack- oder anderem Papier handelt, da die Fördervorgänge einander sehr ähneln.

Der mit der Bahn einlaufende Holzzellstoff kommt gewöhnlich in Ballen im Gewichte von 200 kg an und wird dann am besten auf einer Ladebank gestapelt (Abb. 1). Diese kann etwa 7 bis 8 derartiger Ballen aufnehmen und wird dann von dem im gleichen Bild gezeigten Elektrohubkarren mit heb- und senkbarer Plattform angehoben und im Lagerraum oder am Kollergang für die Weiterverarbeitung abgesetzt. Die aus der Herstellung sich ergebenden Bogen geschnittener Papiere werden wieder auf den obenerwähnten Ladebänken abgelegt und unter den Packpressen zu versandfertigen Ballen gepreßt und verschnürt. Nach Feststellung des Gewichtes werden diese Ballen von der Ladebank aufgenommen und von dem Elektrohubkarren in

Abb. 2. AEG-Elektrokarren mit hydraulischer Hubvorrichtung bei der Beförderung von Papierrollen auf einer Ladebank mit umlegbaren Füßen

das Versandlager befördert. Um die Tragfähigkeit des Karrens gut auszunutzen, müssen die Ladebank-Abmessungen den Ballengrößen angepaßt werden. Ist mit einer längeren Lagerzeit zu rechnen, so wird unter Umständen eine Stapelung der Papierballen im Lagerraum erforderlich sein. Hierzu bedient man sich zweckmäßig des Stapelkarrens, dessen Plattform die Last bis zu einer Höhe von 1800 mm heben kann. Durch Anbringen entsprechender Rollen kann das Hinüberschieben der Last und somit das Entladen erleichtert werden.

Auch die Beförderung der fertigen Papierrollen ist in der oben beschriebenen Weise möglich; hierfür ist ein Elektrokarren mit großen Laufrädern (Abb. 2) zu verwenden. Dieses Fahrzeug ist mit einer hydraulisch-mechanischen Hubvorrichtung versehen, die durch eine Handpumpe betätigt wird. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, hat die Ladebank umlegbare Füße, die sich nach Lösen der Aufhängung selbsttätig feststellen. Diese Einrichtung ist erforderlich, wenn Unebenheiten überfahren werden müssen und ein infolge der weichen Abfederung des Fahrzeuges mögliches Anstoßen der Ladebankfüße vermieden werden soll.

Sind die Papierrollen in besonders großen Abmessungen zu befördern, so können hierfür Elektrokarren geliefert werden, die in ihren Abmessungen und Aufbauten den örtlichen Verhältnissen anzupassen sind. Abb. 3 zeigt eine derartige Ausführung, die erkennen läßt, daß der Fahrzeugrahmen entsprechend den zu befördernden Rollen wesentlich verlängert ist. Die Papierrollen werden an einem Kran von der Maschine auf den Elektrokarren gelegt, der einen Sonderaufbau für die Aufnahme der Rolle hat (Abb. 4). Alsdann bringt das Fahrzeug das Fördergut zu der Weiterverwendungsstelle, z. B. zum Kalandersaal bzw. zum Lager- und Versandraum. Hierfür ist eine umlegbare Brücke vorhanden, die ein Hinüberfahren des Papierrollenwagens von dem Elektrokarren in den Weiterverarbeitungsraum ohne Aufwendung weiterer Arbeitskräfte als dem Elektrokarrenfahrer ermöglicht. — Die Elektrokarren sind mit einer Batterie auszurüsten, deren Kapazität für einen zweischichtigen Betrieb ausreicht; dieses wird mit etwa 12 kWh auch bei stärkster Inanspruchnahme der Fall sein.

Abb. 3. AEG-Elektrokarren in Sonderausführung für 2000 kg Tragkraft mit Abrollvorrichtung für Papierrollenbeförderung

Papierfabriken, die Elektrokarren in der beschriebenen Weise verwenden, haben dadurch eine Senkung der Beförderungs- und somit der Gestehungskosten ihrer Erzeugnisse erzielt, die eine vollkommene Abschreibung der Fördermittel in etwa einem Jahre ermöglichten.

Papierfabriken haben vielfach mit einem regelmäßigen Eisenbahnversand oder der Belieferung von Abnehmern innerhalb der Städte zu rechnen; hierfür können vorteilhaft Elektrolastwagen für 2, 3 und 5 t Nutzlast verwendet werden. Allerdings dürfen diese Fahrzeuge ausschließlich für den Stadt- und Nahverkehr eingesetzt werden. Der Vorteil der Verwendung derartiger Elektrolastfahrzeuge liegt in den sehr geringen Betriebskosten, die von keiner anderen Fahrzeugart erreicht werden.

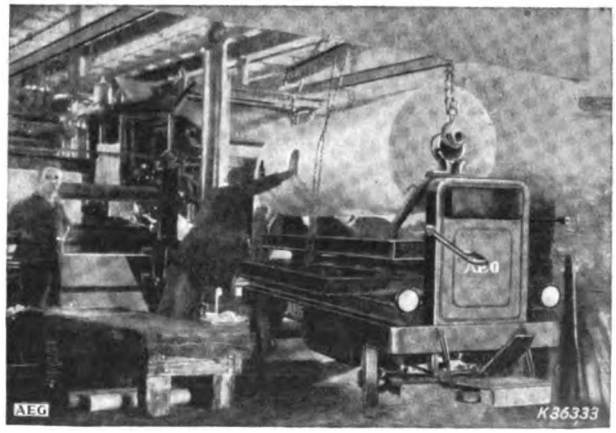


Abb. 4. Fertige Papierrolle wird auf den AEG-Elektrokarren gelegt

Digitized by Google

RIBAU G·M·B·H·
BERLIN S·O·16, KÖPENICKERSTR. 71
QUALITÄTS-SCHALT-RELAIS
FÜR ALLE GEBIETE DER ELEKTRISCHEN SCHALTAUTOMATIK
Verlangen Sie neue Hauptliste

Stellengesuche

Kabelfachmann
prom. Physik., Anf. 30, Fernsprechkabel, Hochspannungskabel, Isolierstoffragen, erstkl. Zeugnisse, **sucht** neuen Wirkungskreis. Ang. u. **E. 5633** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ing.
f. Schiff u. Industrieanl., z. Z. selbst. Installations-Gesch., **sucht ausbauf. Stellung.** Angebote unt. **H. G. 624** an **Ala, Hamburg 1.** [5619]

Elektro-Ingenieur
28 J., 8 J. Werkst.-Prax., Gesellenprüf., Hochspgs.-, Licht- u. Kraftanl., Motor.- u. Transform.-Bau, Auto-Licht und Zündg., **sucht** Wirkungskr. Gefl. Ang. unter **E. 5618** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Akkumulat.-Fachmann
mit der Herstellung, Reparatur u. Wartung transp. Batterien von Grund auf prakt. erfahren, sucht Stellung. Energ., zielbew. Persönl., 38 J., u. scheut keine Arbeit. Ang. u. **E. 5615** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Spezialist für Installationsmaterial
mit reichen Erfahrungen in **Entwicklung** und **Fabrikation** und genauer Kenntnis des **Patentwesens**, zur Zeit in leitend. Stellung tätig, wünscht sich zu verändern. Zuschriften unter **E. 5631** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Ideenreicher u. strebsamer Radiokonstrukteur
selbständig u. zuverlässig arbeit., möchte sich verändern u. **sucht** passenden Wirkungskreis. Mehrjährige Konstruktionspraxis bei führender Firma. (In ungekünd. Stellung.) Ang. erbet. u. **E. 5636** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ing. 30 J., gute Erscheinung, sich. Auftreten, gelernter Elektro-Installateur, mehrjährige Praxis als Installateur, Betriebs-, Freileitungs- u. Zählermonteur, als Ing. erfahren in **Elektrowärme** (Tarifwesen, Werbung und Verkauf) und Installation, Führerschein 3 b, in ungekündigter Stellung, sucht sich bei Elektrizitätswerk od. Überlandzentrale als Werbe-, Abnahme-, Revisions- od. Betriebsing. zu verändern. Angeb. erb. unter **E. 5616** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing. (Starkstromtechnik)
29 J., Hauptexamen Juni 1931, mit Praxis bei Überlandwerk u. Gasanstalt, z. Z. Rev.-Ing. für elektr. Anlagen u. private Zentralen, gute Installationspraxis, Installateurschul., m. VDE-Vorschr. vertraut **sucht** Stellung. Eigen. Kraftwagen vorhand. Ang. erb. u. **E. 5617** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektrotechniker,
wegen Zugehörigkeit zur NSDAP in Österreich entlassen, Absolv. einer 8 sem., techn. Mittelschule, mit 6 jähr. Praxis (bei einem Stromlieferangsunternehmen) in Kraftwerks-Instandhaltung u. Betrieb, im Bau und Betrieb von Pumpspeicheranlag., sowie in Umbau u. Projektierung von Schaltanlag., Besitzer des österr. staatl. Betriebsleiter-Befähigungszeugnisses, **sucht Stellung** in Konstrukt.- u. Betriebsbüro od. als Betriebsassistent in Eltwerk oder Industrie. Zeugnisse stehen z. Verfügung. Zuschriften erbeten unter **E. 5635** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Hochfrequenz-Ingenieur
28 Jahre, mehrere Jahre in erster Weltfirma tätig gew., mit bes. Kenntnissen in der Verstärkertechnik
sucht Wirkungskreis in Industrie od. Handel
unter **E. 5626** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

Für die Exportabteilung eines Kabelwerks wird ein

gewandter, jüngerer Korrespondent

mit guten englischen und französischen Sprachkenntnissen zum baldigen Eintritt gesucht. Nur wirklich strebsame und zugleich befähigte Kräfte mit höherer Schulbildung wollen sich mit Lebenslauf, Bild und Zeugnisabschriften melden unter **E. 5621** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

AEG sucht als

VERTRIEBS-INGENIEUR

für Hochspannungsmaterial jüngeren, repräsentationsfähigen, gewandt. Diplomingenieur mit praktisch. Erfahrung. in Planung, Betrieb oder Laboratorium und mit akquisitorischer Begabung.

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen und Angabe des frühesten Eintrittstermins und des **Kennworts: TRO 100** an AEG Personalverwaltung, Berlin NW 40. [5625]

Diplom-Ingenieur od. Physiker

für selbständige Bearbeitung magnetischer Fragen im Transformatoren- und Meßwandlergebiet von Großfirma gesucht.

Ausführliche Bewerbungen mit Gehaltsansprüchen, Zeugnisabschriften, Lichtbild usw. erbeten unter **E. 5624** an die Anz.-Abteilg. der ETZ, Berlin W 9.

Digitized by Google

Der elektrische AEG-Kühlschrank Santo-Junior

Mitteilung der AEG.

Dem im Vorjahre unter dem Namen Santo-Junior von der AEG auf den Markt gebrachten elektrischen Kühlschrank mit einem Kühlraum von 125 Liter (Abb. 1) ist in diesem Jahr eine weitere Größe, Santo-Junior II, mit 200 Liter Kühlraum (Abb. 2) gefolgt. Beide Schränke arbeiten nach dem Kompressions-Verfahren vollkommen selbsttätig, geräuschlos und betriebsicher.

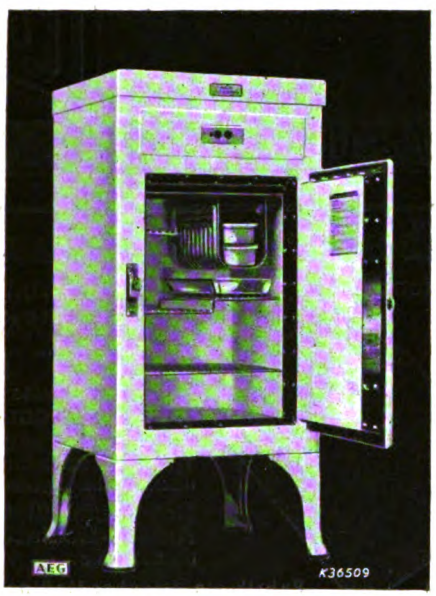


Abb. 1. Santo-Junior I, 125 l Kühlraum.

Nach der bewährten und daher von der AEG seit Jahren beibehaltenen Santo-Bauart sind Motor, Verdichter, Verdampfer und Verflüssiger auf einer gemeinsamen Grundplatte zusammengefaßt und bilden einen einbaufertigen Maschinensatz, der an zwei dazu vorgesehenen Bügeln oben in den Kühlschrank eingesetzt wird. Die isolierte Maschinengrundplatte ist gleichzeitig die Decke des Kühlraumes. Die Außenwände des Kühlschrankes sind so weit hochgezogen, daß die Kühlmaschine verdeckt wird; ein auflegbarer Deckel bildet den Abschluß.

Auf der Oberseite der Grundplatte sind der Motor, der Verdichter und der Verflüssiger angeordnet, während der Verdampfer an der Unterseite der Grundplatte hängt, sich also nach dem Einbau im Innern des Kühlraumes befindet. Der Motor treibt den Verdichter über einen Gummikeilriemen. Beide sind auf einem Rahmen federnd aufgehängt, wodurch der völlig erschütterungsfreie und geräuschlose Lauf der Maschine erreicht wird; außerdem sind die hochgezogenen Wände und der Deckel des Schrankes mit einem Geräuschpolster versehen.

Der Motor wird entweder für Gleichstrom oder für Wechselstrom geliefert und ist bei Netzumschaltung oder Umzug ohne weiteres auswechselbar. Für Wechselstrom werden bürstenlose Kondensatormotoren verwendet, für Gleichstrom Verbundmotoren mit in der Wickelung eingebautem Störschutz. Sie laufen daher rundfunkstörfrei. An der Riemenscheibe des Motors sitzt ein Lüfter zur Kühlung des Verflüssigers. Der Verdichter hat einen Wälzkolben; sein Gehäuse ist zu ¾ mit Öl gefüllt, so daß alle bewegten Teile ständig unter Öl stehen, die Schmierung also zwangsläufig ohne besondere Ölpumpe erfolgt. Der Verdampfer ist glatt geformt und sehr leicht zu reinigen. In ihm stehen zwei große Aluminium-Eisschalen, die durch ein besonderes Verfahren gegen Verfärbung geschützt sind. Sie gestatten die Bereitung von etwa 2 kg Klareis und Eisspeisen. Eine praktische, harmonikaartige Unterteilung der Eisschalen ermöglicht bequeme Entnahme der Eisstückchen.

Die selbsttätige Steuerung der Maschine geschieht durch einen Regler, der die Maschine entsprechend dem jeweiligen Kältebedarf ein- und ausschaltet und für vollkommen gleichmäßige Kühltemperatur sorgt. Der Regler hat außer dem Stellknopf zur Einstellung der Kühltemperatur sowie dem EIN- und AUS-Schalter die weitere Schaltstelle ABTAUEN. Bei dieser Stellung werden die Laufzeiten der Maschine verändert, so daß der Verdampfer Temperaturen wenig über 0° annimmt, wobei der nach längerer Betriebzeit stets auftretende Reifansatz abtaut. Die Kühlwirkung bleibt auch während des Auftauens erhalten; man vermeidet damit die Gefahren, die sich bei dem früheren Abtauverfahren durch völliges Ausschalten der Maschine dadurch ergaben, daß häufig das rechtzeitige Wiedereinschalten vergessen wurde und infolgedessen die eingelagerten Lebensmittel verdarben.

Die Schränke selbst sind vollkommen aus Stahl gebaut, außen weiß lackiert, innen weiß feuereamailliert, mit gut ausgerundeten Ecken und Kanten und demnach leicht zu reinigen. Die in günstiger Aufteilung angeordneten, stark verzinnten Roste sind herausnehmbar. Besonders praktisch ist das abschließbare Türschloß der Santo-Junior-Kühlschränke; ein leichter Druck auf den Knopf, wenn man keine Hand frei hat, mit dem Knie oder durch Gegenlehnen läßt die Tür selbsttätig aufgehen. Bei einfachem Zuschlagen schnappt sie wieder fest ein.

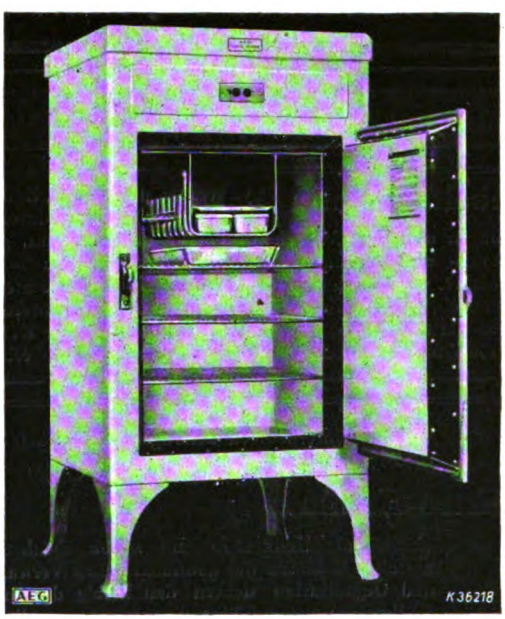
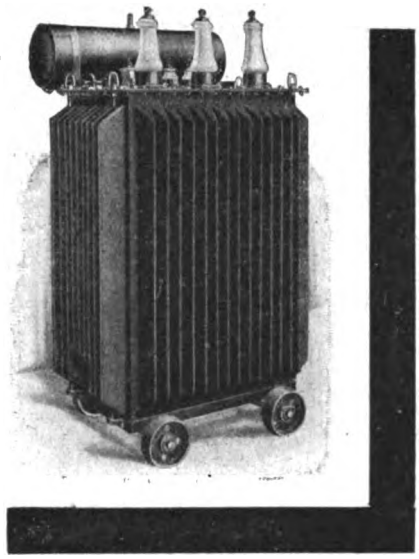


Abb. 2. Santo-Junior II, 200 l Kühlraum.

Die Betriebskosten beschränken sich einzig auf den Stromverbrauch, der im Verhältnis zur Größe der Schränke überraschend gering ist. Er beträgt bei Größe I 125 l Kühlraum weniger als 1 kWh und bei Größe II 200 l weniger als 1,5 kWh täglich, d. h. bei dem heute von fast allen Elektrizitätswerken für Kühlschränke gewährten Sondertarif durchschnittlich 8 bis 12 Rpf je Tag.

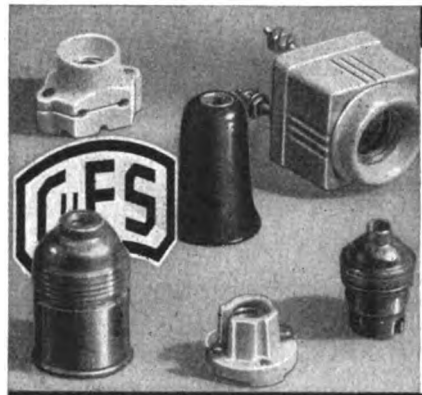
Digitized by Google

Leistungs-Transformatoren



nach den VDE-Vorschriften: Langjährig bewährte Konstruktion • Größte Betriebssicherheit • Erste Referenzen

NOSTITZ & KOCH, CHEMNITZ



Verlangen Sie unsere Listen

C. & F. Schlothauer G. m. b. H., Ruhla/Thüringen

Neuberger Meßinstrumente

Präzisions-Drehspul-Vielfachtypen PA u. PAW

mit 7 bzw. 8 Meßbereichen. Alle Widerstände sind eingebaut, dadurch vereinfachte Handhabung. Niederer Preis. 500 Ohm/Volt.

Weitere Erzeugnisse:

Wechselstrom-Einphasenzähler

Type WK. Beste elektrische u. mechanische Eigenschaften 167

Schalttafel-Einbau- und Aufbau-Meßinstrumente

bis 225 mm ø. Ohmmeter.

Gegr. 1904 Fabrik elektrischer Meßinstrumente

Josef Neuberger, München T 25, Steinerstr. 16

Stellengesuche

Kabelfachmann Physiker, Dr. phil., Arier, Ende 30, seit 15 Jahren im Fach, durch Erfindungen und Veröffentlichungen sehr bekannt, mit guten Verkaufs- und Verhandlungserfolgen, bei Behörden bestens eingeführt, würde sich evtl. verändern, wenn führende Stellung im Betrieb, Laboratorium od. Vertrieb od. auch als Interessenwalter bei Behörden geboten würde. Angebote unter E. 5655 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Welches Unternehmen benötigt die Mitarbeit eines tüchtigen, zielbewußten

Elektro-Kaufmanns

Umfassende Kenntnisse und reiche Erfahrungen auf allen Gebieten der kaufmännischen Verwaltung und Organisation sichern den Erfolg der Arbeit. Bedingung: ausbaufähige, verantwortungsvolle Vertrauensstellung. Angebote unter E. 5660 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Erfinder

mehrfacher Patentinhaber u. Lizenzgeber, Masch.- u. Elektro-Dipl.-Ing., im Betrieb u. Vertrieb routiniert, 36 Jahre alt, mit Führerschein, z. Z. Patentingenieur einer Großfirma, in ungekünd. Stellung sucht gutbezahlt. arbeitsr. u. verantw. Post. Off. u. E. 5647 a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

TELEFONBAU

Abteilungsleiter mit 11jähr. Praxis in Italien, perf. in Konstr., Fabrikat., Offertw., Stromläufe, sucht entsprech. Stellung — Gefl. Offerten unter E. 5644 an die Anz.-Abteil. der ETZ, Berlin W 9.

ETZ-ANZEIGEN

verbürgen den größten Erfolg

Junger Elektro-Diplom-Ingenieur

gute theor. Kenntnisse, energiewirtschaftl. Interessen, mit reich. Erfahrungen im Projektieren von Großmaschinen im Bergbau, will sich in neuen ausbaufähigen Wirkungskreis verändern. Angebote unter E. 5642 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ.

Kunstharzpreßfachmann Mitte 30er, Arier, langj. Betriebsleiter u. Betriebs-Ing. erster Kunstharzpressereien, mit groß. Erfahrung in Mischerei u. Werkzeugbau, Absolvent einer Staatslehranstalt für höh. Maschinenbau, in ungekündigter Stellung als Betriebsleiter tätig, sucht geeign. Wirkungskreis. Erste Zeugn. u. Refer. Zuschriften unter E. 5641 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ.

Zähler-Ingenieur in ungekündigter Stellung, sucht, gestützt auf eine langjährige Ingenieur-Tätigkeit im Zählerfach einen ausbaufähigen Wirkungskreis. Vielseitige Praxis im Büro, Laboratorium, Eichraum, Reparatur-Werkstatt sowie im Umgang mit den Abnehmern vorhanden. Beste Zeugnisse u. Referenzen. Reflekt. wird auf ausbauf. Posten an einem EW. od. als Reisevertr. Gefl. Angeb. unter E. 5645 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Diplom-Ingenieur

(Starkstrom), seit 6 Jahren bei der ersten Weltfirma mit Projekten, Akquisition und Montageleitung tätig, vielseitig, sucht selbständigen, verantwortungsvollen Wirkungskreis. Zuschriften unter E. 5651 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Digitized by Google

Technische Fortschritte der AEG im Jahre 1934

Mitteilung der AEG.

Das Jahr 1934, in dem sich das Arbeitsbeschaffungsprogramm der Reichsregierung in ständig zunehmendem Maße auswirkte, brachte der AEG bedeutende Fortschritte in technisch-wissenschaftlicher und in wirtschaftlicher Hinsicht; auf dem gesamten Arbeitsgebiet des Unternehmens sind überaus zahlreiche, zum Teil durch Größe und Bedeutung bemerkenswerte Aufträge und Lieferungen zu verzeichnen. Besondere Aufgaben stellten die umfang-

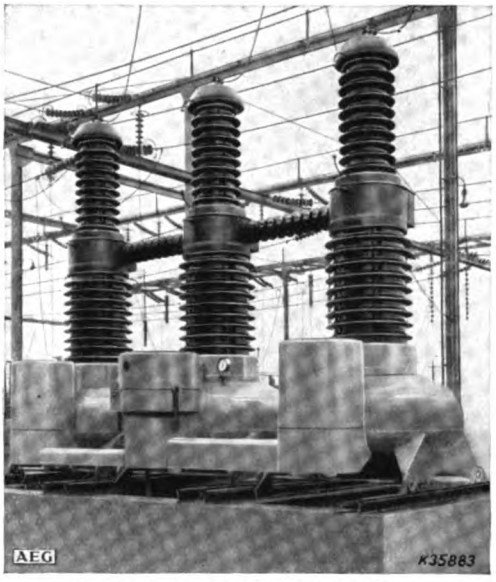


Abb. 1. Druckgasschalter in Säulenbauart 100 000 V, 1 500 000 kVA Abschaltleistung.

reichen Auslandaufträge, die der AEG dank ihrer wertvollen Erfahrungen in bezug auf die besonderen technischen Anforderungen, vor allem auch des überseeischen Auslandes, erteilt wurden.

In zahlreichen Elektrizitätswerken wurden Turbinen und Kessel mit erheblich besseren Wirkungsgraden aufgestellt. Hierbei erfuhr durch gleichzeitige Steigerung des Betriebsdruckes und der Frischdampftemperatur und durch Einführung weiterer Fortschritte im Kraftwerksbau, wie z. B. Vorwärmung des Speisewassers durch Anzapfdampf und dgl., die Gesamtwirtschaft-

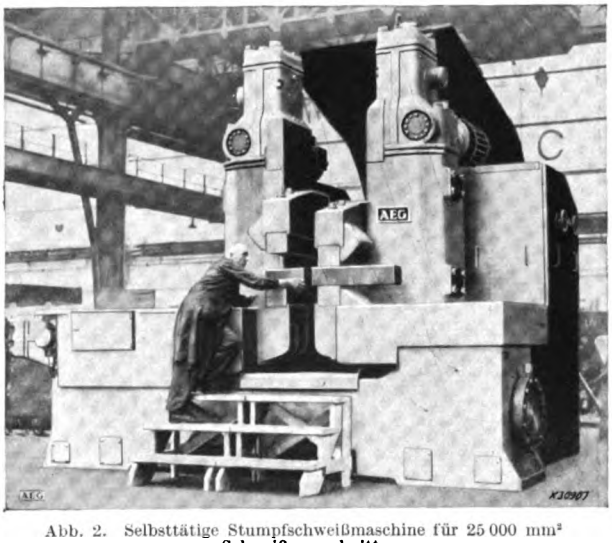


Abb. 2. Selbsttätige Stumpfschweißmaschine für 25 000 mm² Schweißquerschnitt.

lichkeit eine weitere erhebliche Steigerung. Mehr als 100 Turbinen mit insgesamt über 450 000 kW wurden der AEG in Auftrag gegeben, darunter ein 53 000-kW-Turbosatz für Japan.

Erhöhte Bedeutung gewann, insbesondere im Bahnwesen, der Umrichter, bei dessen Weiterdurchbildung in seinen mannigfachen Abwandlungen besonders wertvolle forschungstechnische und fabrikatorische Arbeit geleistet wurde. Die gittergesteuerte Umrichtanlage von 4000 kVA für die Wiesentalbahn, die Drehstrom von 50 Per/s, 45 000 V, in Einphasenstrom von $16^2/_3$ Per/s, 16 500 V, umformt, wurde fertiggestellt. Für die Umformung des Drehstromes in Gleichstrom ersetzt der Stromrichter mehr und mehr den Umformer; u. a. wurde eine Eisenstromrichteranlage für Elektrolyse mit einer Gesamtstromstärke von 30 000 A bei 550 V erstellt.

Im Schaltanlagenbau setzte sich der ölllose Schalter, vor allem der Druckgasschalter (Abb. 1), weitgehend durch. Zahlreiche Anlagen bis zu den höchsten Spannungen und Abschaltleistungen wurden sowohl bei Elektrizitätswerken als auch in industriellen Großanlagen neu ausgeführt. Leistungs- und Regelumspanner wurden bis zu 100 000 kVA bei 220 000 V geliefert.

Die wertvollen Neuentwicklungen auf dem Gebiete der Fernwirk- und Meßanlagen haben sich für alle Betriebsverhältnisse als brauchbar und anpassungsfähig erwiesen.

Im Freileitungsbau war die Umstellung von Kupfer auf Leichtmetalle dank der in früheren Jahren gemachten Erfahrungen ohne weiteres möglich.

In der Industrie, vornehmlich in der chemischen und Braunkohlenindustrie, in der Textil-, Werkzeugmaschinen- und in der Hebezeugindustrie wurde der elektrische Antrieb in stets

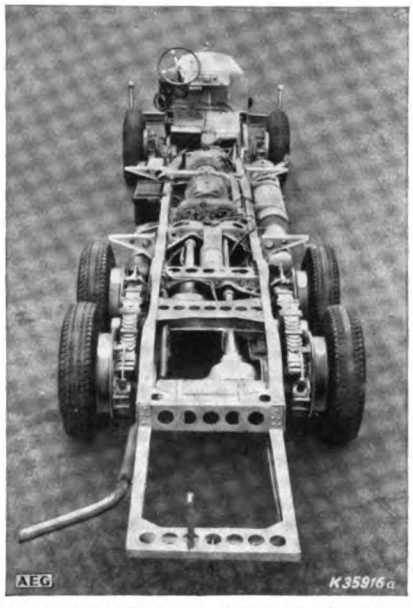


Abb. 3. Fahrgestell von einem dieselelektrischen Omnibus der Berliner Verkehrs-Aktiengesellschaft.

wachsendem Maße angewandt. Für den organischen Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen wurden zunehmend polumschaltbare Drehstrommotoren eingesetzt.

Mehrere große Brückenbauten, z. B. die Hubbrücken bei Karnin, wurden fertiggestellt; an der elektrischen Ausrüstung des Schiffshebewerkes Niederfinow war die AEG in erheblichem Maße beteiligt.

Ein wesentlicher Anteil der Aufträge fiel auf die Elektrowärme in ihren vielfachen Anwendungen, z. B. im Bau von Elektroöfen für Schmelz- und Glühzwecke. Das Anwendungsgebiet der Elektroschweißung vergrößerte sich weiter; ihre Bedeutung bei der Eisenverarbeitung steigt allgemein. Die bisher größte selbsttätige Vielzweck-Abbrenn-Stumpfschweißmaschine (Abb. 2) für einen Querschnitt bei 25 000 mm² wurde im Berichtsjahr von der AEG geliefert.

Der Beschaffungsplan der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft belebte den Bau von dieselelektrischen Triebwagen; damit wurde zugleich die Neuentwicklung des dieselelektrischen Omnibusses (Abb. 3) verbunden. Zur Verringerung des Luftwiderstandes wurde erstmalig der Kastenaufbau neuer Reichsbahn-Schnellzuglokomotiven für 140 km/h Höchstgeschwindigkeit in Stromlinienform ausgebildet. An der fortschreitenden Elektrisierung der Deutschen Reichsbahn war die AEG in erfreulichem Maße beteiligt.

Auch auf den übrigen Arbeitsgebieten — Meßgeräten, Zählern, Uhren, Niederspannungsschaltgeräten und Hausgeräten — wurden frühere Ausführungen verbessert bzw. neue Modelle herausgebracht; erhöhte Aufmerksamkeit wurde im Zusammenhang mit de Weiterentwicklung der Rundfunkempfänger auf den Bau von Störschutzeinrichtungen verwandt.

Digitized by Google

Ostpreußenwerk A.-G.

Landeselektrizitätsversorgung der Provinz Ostpreußen

Unmittelbare und mittelbare Stromversorgung fast der gesamten Provinz Ostpreußen durch die Dampfkraftwerke Elbing und Gumbinnen und die Wasserkraftwerke Friedland und Gr. Wohnsdorf

Steigerung des Stromabsatzes im Jahre 1934 um 25%

Landelektrizität G.m.b.H. Halle (Saale)

Größtes gemeinnütziges Elektrizitätsversorgungsunternehmen der Provinz Sachsen

Genossenschaftliche Grundlage • Stromlieferung an Großabnehmer, Städte, Gemeinden und Kleinabnehmer

Blick in eine moderne 100-kV-Halle

8 Umspannwerke
50 Schaltstationen
4 eigene Kraftwerke

Leitungslängen:
5700 km Höchst- und Hochspannungsleitungen
3200 km Ortsnetzleitungen

Versorgung:
1800 Städte und Gemeinden
185 000 Konsumenten

Jahresstromumsatz:
über 110 Millionen Kilowattstd.

Betriebsdirektionen:

Überlandwerk
Börde in Magdeburg
Bretleben in Artern
Camburg in Camburg a. S.
Derenburg i. Derenburg/Harz
Gardelegen in Gardelegen
Liebenwerda in Falkenberg
Bezirk Halle
Osterland in Ronneburg/Thür.
Saalkreis-Bitterfeld in Halle, Bernburger Str. 12—13
Salzwedel in Salzwedel
Weferlingen in Weferlingen

Digitized by Google

Neue Schutzrelais für Gleichstromanlagen.

Mitteilung der AEG.

Entsprechend den gesteigerten Anforderungen der Abnehmer hat die AEG im vergangenen Jahre neue, unverzögert wirkende Überstrom- und Rückstromrelais zum Schutze von Einankerumformern, Gleichrichtern und Verteilungsleitungen entwickelt.

Die Überstromrelais werden meist verwendet, um Selbstschalter bei Überlastungen und bei Kurzschluß sofort auszulösen. Wird eine selektive Abschaltung verlangt, so werden getrennte Zeitrelais vorgesehen, um die einzelnen Schalter in ihrer Auslösezeit staffeln zu können.

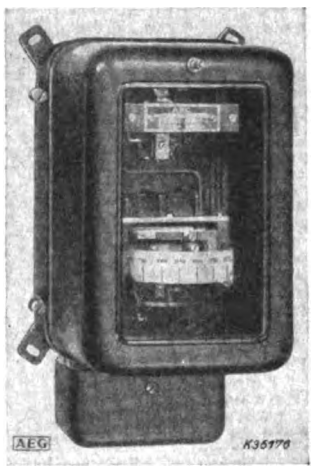


Abb. 1. Überstromrelais.

Rückstromrelais werden überall da benutzt, wo der übliche Betrieb den Stromfluß nur in einer bestimmten Richtung zuläßt und wo bei Umkehr der Stromrichtung eine sofortige Abschaltung verlangt wird, um Störungen der Anlage oder Maschinen zu vermeiden.

Im Gegensatz zu der früheren Ausführung der Gleichstromrelais (Primärrelais) werden die neuen Relais nicht unmittelbar in den Leitungszug eingebaut, sondern an Nebenwiderstände angeschlossen. Infolgedessen können die Relais mit Wicklungen für kleine Ströme (etwa 1 ... 15 A) ausgeführt werden, und die unbequemen Wicklungen für hohe Stromstärken kommen in Fortfall. Außerdem ist die Möglichkeit gegeben, die Relais in gewöhnliche Gehäuse einzubauen und auf Schalttafeln und Schaltwarten unterzubringen. Diese Anordnung gestattet ein Überwachen und Prüfen der Relais, ohne daß die unter Spannung stehenden Hauptleitungen abgeschaltet werden müssen.

Die neuen Relais werden für Netze mit Betriebspannungen bis zu 750 V ausgeführt. Durch eingebaute Zwischenrelais werden die Kontakte der Schutzrelais entlastet.

Das unverzögert wirkende Überstromrelais (Abb. 1) ist als Drehankermagnetsystem ausgeführt. Zwischen zwei Polschuhen ist ein Drehanker aus Eisenblech angeordnet, der bei Überstrom einen Kontakt betätigt. An einer Skala können die Ansprechwerte zwischen dem 1 ... 2fachen Nennstrom durch Verstellen eines Zeigers eingestellt werden. Das Halteverhältnis beträgt etwa 1,1. Die Wicklung kann dauernd mit dem doppelten Nennstrom belastet werden. Zum Ansprechen genügt eine Leistung von nur 0,4 W; bei Auslegung der Wicklung für 5 A ergibt sich z. B. ein Spannungsabfall von 80 mV an der Relaiswicklung.

Die genaue Einhaltung der Ansprechwerte bei starken Änderungen der Außentemperatur verlangt einen Ausgleich des Temperaturfehlers. Hier wird ein temperaturunabhängiger Widerstand mit der Relaiswicklung in Reihe geschaltet und dadurch der Ansprechfehler bei 40° Temperaturänderung auf ±5% ausgeglichen. Der Ausgleichwiderstand bedingt einen zusätzlichen Spannungsabfall von etwa 100 mV; bei Zuleitungen von üblicher Länge kann ein Nebenwiderstand von 200 mV Spannungsabfall verwendet werden.

Durch den Kontakt des Drehankermagneten wird die Wicklung des eingebauten Zwischenrelais, das mit einem Arbeits- oder einem Ruhekontakt ausgeführt wird, an Spannung gelegt; es betätigt beim Ansprechen eine von außen rückstellbare Fallklappe.

Das neue Rückstromrelais (Bild 2) für Gleichstrom enthält ein polarisiertes Drehankermagnetsystem mit einem Dauermagneten. Der Drehanker bewegt sich zwischen den Polen von vier Stromspulen, von denen je zwei einander gegenüberstehen. Bei Vorwärtsstrom wird der Anker durch die Kräfte zweier Spulen, die den Fluß des Dauermagneten verstärken, in der Ruhestellung gehalten. Fließt ein Rückstrom durch die Relaiswicklungen, so werden von den gegenüberliegenden Spulen auf den Anker anziehende Kräfte ausgeübt, und die Haltekraft der beiden anderen Spulen wird vermindert. Der Rückstrom-Ansprechwert ist durch Verstellen einer Feder von 8 ... 12 vH des Nennstromes einstellbar; das Halteverhältnis beträgt etwa 2.

Die Wicklung ist für dauernde Belastung mit dem 1,25fachen Nennstrom (Vorwärtsstrom) ausgelegt; die Ansprechleistung beträgt nur 0,04 W. Infolge der hohen Empfindlichkeit kann das Relais an Nebenwiderstände mit nur 100 mV Spannungsabfall angeschlossen werden; dabei ist der Ansprechfehler auf etwa ±5 vH bei 40° Temperaturänderung ausgeglichen. Die Gesamtstreuung des Ansprechfehlers beträgt etwa ±8 vH, da die vorhandene Remanenz eine weitere Streuung bedingt. Beim Ansprechen wird durch den Kontakt des Rückstromrelais die Wicklung des eingebauten Zwischenrelais an Spannung gelegt.

Abb. 2. Rückstromrelais.

Die Schaltleistung des Arbeitskontaktes der Zwischenrelais im Überstrom- und Rückstromrelais beträgt etwa 600 W bzw. 3000 VA. Das Zwischenrelais ist mit einer von außen rückstellbaren Fallklappe versehen.

Die Relais sind in staub- und spritzwasserdichte Blechgehäuse eingebaut. Eine große, viereckige Fensterscheibe in der Gehäusekappe gestattet eine gute Beobachtung der Relaisteile von außen. Der Anschluß kann mit Hilfe einer Klemme aus Steatit vorder- oder rückseitig vorgenommen werden. Beim rückseitigen Anschluß werden die Leitungen durch Bohrungen in der Schalttafel an die Klemme herangeführt. Bohrungen und Klemme sind durch eine besondere Kappe überdeckt.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Stellengesuche

Elektro-Diplom-Ingenieur

31 Jahre, mit langer, erfolgreicher Tätigkeit in Projektierung und Akquisition aller elektrischen Anlagen, repräsent. Erscheinung, langjährige Auslandspraxis, vollkommene Beherrschung von Französisch in Wort und Schrift, englische Kenntnisse, sucht sich in nur aussichtsreiche Stellung zu verändern.

Angebote erbeten unter E. 5690 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing., Elektrotechniker

T. H. Darmstadt, 32 Jahre, mehrjährige Tätigkeit als Montage- u. Projekt-Ingenieur im In- u. Ausland, jetzt Assistent in einem elektrischen Prüfamt, sucht Wirkungskreis als Leiter eines bestehenden oder neu zu errichtenden elektrischen Prüfamtes. Angebote unter E. 5683 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Diplom-Ingenieur

(NSBDT, VDE)

Arier, Ia Zeugnisse u. Referenzen, sucht verantw. leitende Stellung in der Elektrowirtschaft oder Städt. E.-W. 16 J. Praxis in Planung, Bau, Betrieb v. Fernleitg., Schaltanlagen, Werksanlagen bei Großfirmen u. gr. Werken. Läng. Zeit Leiter eines Städt. E.-W. mit Straßenbahn. Erfahren in Tarif- u. Vertragswesen, wirtsch. Untersuchg., Führerschein 3b. Ang. u. E. 5705 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbet.

Kunststoff-preßfachmann

Ing., Betriebsleit., 34 J. alt, m. langj. Erf. bei erst. Firmen d. In- u. Ausland., firm in Formen- u. Werkzeugb., Arbeitsvorbereit., Organisation, Entwicklg. v. Preßartikel, Kalkulat., sucht passend. Wirkgskr. Selbiger spricht mehrere Fremdspr. u. hat kaufm. Kenntnisse. Angebote erbeten unt. E. 5687 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektriker

28 J., gel. Mech., 3 Sem. Elektro, zul. Betriebsel. sucht Stell. in Betrieb od. Spezialfach, Hochfrequ. o. Schwachstrom. Gef. Angeb. erbet. u. E. 5691 (K. 131) a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Wir bitten bei Einkäufen und Bestellungen auf die

ETZ

Bezug zu nehmen!

Elektro-Ingenieur

30 Jahre, ledig, mit Fachschulausbildung; 12 jährige praktische Tätigkeit und Meisterprüfung im Elektro-Maschinen-Bau und guten Zeugnissen, sucht Stellung als Prüffeld- oder Betriebs-Ingenieur. Befähigt zu selbständigem Arbeiten im Prüffeld u. zur Berechnung von elektr. Maschinen und Transf. aller Art. Ang. u. E. 5709 an die Anzeigen-Abteilg. der ETZ, Berlin W 9.

Elektrowärme-Apparatebau- **Betriebsfachmann** umfangr. Erfahrung. als Fabrikations- u. Laboratoriums-Leiter im In- u. Ausland, sucht neuen Wirkungskreis. Zuschriften unter E. 5707 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Stellenangebote

Tüchtiger jüngerer

Akquisitions-Ingenieur

mit Erfahrung in Hochspannungsapparaten gesucht. Angebote mit besten Referenz., Gehaltsansprüchen u. Lebenslauf und kürz. Eintritt erbeten unt. E. 5702 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

DIPLOM-INGENIEUR als Assistent für südd. Hochschule gesucht mit Erfahrung im Berechnen v. Induktionsmotoren. Ausf. Bewerb. mit Zeugnisabschr. und Lichtbild unter E. 5629 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Jüngerer

Elektroingenieur

für Betrieb u. Installationsabt. einer Stromversorgung mit Fremdbezug zu sofortig. Eintritt gesucht. Ausführliche Bew. mit Lebensl. u. Lichtb. unt. GS 10. E. 5685 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Wir such. f. uns. Verkaufsbüro Hamburg erfahr., tüchtig.

Verkaufs-Elektro-Ing.

m. nachw. Erfolg. i. aussichtsr. Stellung. Ausf. Bew. mit Lebensl., Zeugnisabschr., Ang. d. Gehaltsanspr. u. d. früh. Eintrittsterm. erbet. an Deutsche Elektrizitäts-Werke z. Aachen — Garbe, Lahmeyer & Co. — Aktiengesellschaft. [5682]

Jüngerer Dipl.-Ing. oder **Physiker** für **Entwicklungsarbeiten im Verstärker-Laboratorium** wird sofort ges. Erwünscht sind Kenntnisse in der Fernmelde- u. Hochfrequenztechnik. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen sind zu richten an

Süddeutsche Telefon-Apparate-, Kabel- und Drahtwerke, Aktiengesellschaft Tekade, Nürnberg 2

Schließfach 98. [5684]

Selbständiger Konstrukteur für handbetät. und automat. Schaltapparate sofort od. später gesucht. Schriftl. Ang. mit Lichtb. u. Gehaltsanspr. an: **Fabrik elektrischer Steuerapparate Rudolf Knote, Leipzig-W. 34.** [5688]

Digitized by Google

CuFS

Verlangen Sie unsere Listen

C. & F. Schlothauer G. m. b. H., Ruhla/Thüringen

Konstrukteure

für elektrische Maschinen, mit guter Vorbildung und Praxis, sowie ein

Offertingenieur

für Gleichstrommaschinen mit Tätigkeit als Kalkulator oder Berechner zu möglichst sofortigem Eintritt

gesucht.

Bewerbungen mit Zeugnisabschriften und Bild erbeten unter E. 5708 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

WERBE - INGENIEUR GESUCHT!

Das Zweigbüro eines größeren Kabelwerkes sucht sofort für den Verkauf seiner Erzeugnisse an Industrie, Elektrohandel und Behörden einen Ingenieur mit umfassenden Branchenkenntnissen und guten Umgangsformen im Verkehr mit der Kundschaft. Ausführl. Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild u. Zeugnisabschriften unter Angabe der Gehaltsanspr. sind zu richten unter E. 5704 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Wir suchen für das Betriebsbüro unserer Elektroofen-Abt.

jüngere Techniker

die in der Lage sind, Werkstatt-Stücklisten ausstellen zu können.

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild erbeten an [5693]

Brown, Boveri & Cie.
Aktiengesellschaft
Werk Dortmund
Dortmund, Überwasserstr. 3

Konstrukteur

mit besten theoretischen u. praktischen Kenntnissen zur Entwicklung und Untersuchung neuer Schütze, Magnete, Steuer- und Schaltgeräte gesucht. — Angebot mit Bild, Zeugnisabschr. u. Gehaltsanspr. an Starkstrom Apparatebau G. m. b. H., Berlin SO 36, Waldemarstr. 55 (5696)

Junger Elektro-Ingenieur

für unser Schwachstrom-Laboratorium sofort gesucht. Absolvent einer höheren technischen Lehranstalt mit Kenntnissen und Erfahrungen auf dem Gebiet von Radio-Widerständen bevorzugt. Nur schriftl. Bew. mit ausführl. Unterlag. bitten wir zu richt. an

Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co.
Aktiengesellschaft
Abteilung „E"
Selb (Bayer. Ostmark) [5694]

Vertretungen

ETZ-ANZEIGEN

verbürgen den

größten Erfolg

Kabel- od. Motorenfabrik usw., Ing. VDI, bei Behörden, Reichsbahn, Industrie eingef. sucht Vertretung od. Filialleit. leistungsf. Werkes f. Berlin u. Brandenbg. Gefl. Angeb. unter E. 5706 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Alteingeführte Spezialfabrik für

Elektro-Isoliermaterial,

Platten, Rohre, Schläuche, Drähte, Preßmaterialien usw. sucht

Ingenieur-Vertreter

mit guten Beziehungen zu Eltwerken, Apparatefabriken sowie Großhandels- und Installationsfirmen der Elektrizitäts-Industrie

in Sachsen (Dresden und Leipzig)

Ausführliche Angebote mit Lichtbild, Angabe bisheriger Tätigkeit und Referenzen erbeten unter E. 5697 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Verschiedenes

18 Tiefstrahler

komplett mit Glühlampen, 220 V — 200 W, für Schaufenster u. Ausstellungsräume geeignet. Kurze Zeit benutzt, billig abzugeben.

VDE - Hausverwaltung
Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Tel.: C 0 Fraunhofer 0631 [5703]

Brauchen Sie

einen tüchtigen Vertreter?

Dann inserieren Sie in der ETZ. Die große Zahl der eingehenden Angebote wird Ihnen die Möglichkeit geben, die Wahl ganz nach Ihren Wünschen zu treffen. Benötigen Sie sonst einen tüchtigen Mitarbeiter, geben Sie eine Anzeige in der ETZ auf:

Sie finden ihn!

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Stellengesuche

Elektro-Diplom-Ingenieur

31 Jahre, mit langer, erfolgreicher Tätigkeit in Projektierung und Akquisition aller elektrischen Anlagen, repräsent. Erscheinung, langjährige Auslandspraxis, vollkommene Beherrschung von Französisch in Wort und Schrift, englische Kenntnisse, sucht sich in nur aussichtsreiche Stellung zu verändern.

Angebote erbeten unter E. 5690 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing., Elektrotechniker

T. H. Darmstadt, 32 Jahre, mehrjährige Tätigkeit als Montage- u. Projekt-Ingenieur im In- u. Ausland, jetzt Assistent in einem elektrischen Prüfamt, sucht Wirkungskreis als Leiter eines bestehenden oder neu zu errichtenden elektrischen Prüfamtes. Angebote unter E. 5683 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Diplom-Ingenieur

(NSBDT, VDE)

Arier, Ia Zeugnisse u. Referenzen, sucht verantw. leitende Stellung in der Elektrowirtschaft oder Städt. E.-W. 16 J. Praxis in Planung, Bau, Betrieb v. Fernleitg., Schaltanlagen, Werksanlagen bei Großfirmen u. gr. Werken. Läng. Zeit Leiter eines Städt. E.-W. mit Straßenbahn. Erfahren in Tarif- u. Vertragswesen, wirtsch. Untersuchg., Führerschein 3b. Ang. u. E. 5705 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbet.

Kunststoff-preßfachmann

Ing., Betriebsleit., 34 J. alt, m. langj. Erf. bei erst. Firmen d. In- u. Ausland., firm in Formen- u. Werkzeugb., Arbeitsvorbereit., Organisation, Entwicklg. v. Preßartikel, Kalkulat., sucht passend. Wirkgskr. Selbiger spricht mehrere Fremdspr. u. hat kaufm. Kenntnisse. Angebote erbeten unt. E. 5687 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektriker

28 J., gel. Mech., 3 Sem. Elektro, zul. Betriebsel. sucht Stell. in Betrieb od. Spezialfach, Hochfrequ. o. Schwachstrom. Gef. Angeb. erbet. u. E. 5691 (K. 131) a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Wir bitten bei Einkäufen und Bestellungen auf die

ETZ

Bezug zu nehmen!

Elektro-Ingenieur

30 Jahre, ledig, mit Fachschulausbildung; 12 jährige praktische Tätigkeit und Meisterprüfung im Elektro-Maschinen-Bau und guten Zeugnissen, sucht Stellung als Prüffeld- oder Betriebs-Ingenieur. Befähigt zu selbständigem Arbeiten im Prüffeld u. zur Berechnung von elektr. Maschinen und Transf. aller Art. Ang. u. E. 5709 an die Anzeigen-Abteilg. der ETZ, Berlin W 9.

Elektrowärme-Apparatebau- **Betriebsfachmann** umfangr. Erfahrung. als Fabrikations- u. Laboratoriums-Leiter im In- u. Ausland, sucht neuen Wirkungskreis. Zuschriften unter E. 5707 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Stellenangebote

Tüchtiger jüngerer

Akquisitions-Ingenieur

mit Erfahrung in Hochspannungsapparaten gesucht. Angebote mit besten Referenz., Gehaltsansprüchen u. Lebenslauf und kürz. Eintritt erbeten unt. E. 5702 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

DIPLOM-INGENIEUR als Assistent für südd. Hochschule gesucht mit Erfahrung im Berechnen v. Induktionsmotoren. Ausf. Bewerb. mit Zeugnisabschr. und Lichtbild unter E. 5629 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Jüngerer

Elektroingenieur

für Betrieb u. Installationsabt. einer Stromversorgung mit Fremdbezug zu sofortig. Eintritt gesucht. Ausführliche Bew. mit Lebensl. u. Lichtb. unt. GS 10. E. 5685 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Wir such. f. uns. Verkaufsbüro Hamburg erfahr., tüchtig.

Verkaufs-Elektro-Ing.

m. nachw. Erfolg. i. aussichtsr. Stellung. Ausf. Bew. mit Lebensl., Zeugnisabschr., Ang. d. Gehaltsanspr. u. d. früh. Eintrittsterm. erbet. an Deutsche Elektrizitäts-Werke z. Aachen — Garbe, Lahmeyer & Co. — Aktiengesellschaft. [5682]

Jüngerer Dipl.-Ing. oder Physiker für Entwicklungsarbeiten im Verstärker-Laboratorium wird sofort ges. Erwünscht sind Kenntnisse in der Fernmelde- u. Hochfrequenztechnik. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen sind zu richten an

Süddeutsche Telefon-Apparate-, Kabel- und Drahtwerke, Aktiengesellschaft Tekade, Nürnberg 2

Schließfach 98. [5684]

Selbständiger Konstrukteur

für handbetät. und automat. Schaltapparate sofort od. später gesucht. Schriftl. Ang. mit Lichtb. u. Gehaltsanspr. an: Fabrik elektrischer Steuerapparate Rudolf Knote, Leipzig-W. 34. [5688]

Digitized by Google

C. & F. Schlothauer G.m.b.H., Ruhla/Thüringen

Konstrukteure

für elektrische Maschinen, mit guter Vorbildung und Praxis, sowie ein

Offertingenieur

für Gleichstrommaschinen mit Tätigkeit als Kalkulator oder Berechner zu möglichst sofortigem Eintritt

gesucht.

Bewerbungen mit Zeugnisabschriften und Bild erbeten unter **E. 5708** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

WERBE - INGENIEUR GESUCHT!

Das Zweigbüro eines größeren Kabelwerkes sucht sofort für den Verkauf seiner Erzeugnisse an Industrie, Elektrohandel und Behörden einen Ingenieur mit umfassenden Branchenkenntnissen und guten Umgangsformen im Verkehr mit der Kundschaft. Ausführl. Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild u. Zeugnisabschriften unter Angabe der Gehaltsanspr. sind zu richten unter **E. 5704** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Wir suchen für das Betriebsbüro unserer Elektroofen-Abt.

jüngere Techniker

die in der Lage sind, Werkstatt-Stücklisten auszustellen zu können.

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild erbeten an [5693]

Brown, Boveri & Cie.
Aktiengesellschaft
Werk Dortmund
Dortmund, Überwasserstr. 3

Konstrukteur

mit besten theoretischen u. praktischen Kenntnissen zur Entwicklung und Untersuchung neuer Schütze, Magnete, Steuer- und Schaltgeräte gesucht. — Angebot mit Bild, Zeugnisabschr. u. Gehaltsanspr. an Starkstrom Apparatebau G.m.b.H., Berlin SO 36, Waldemarstr. 55 (5696)

Junger Elektro-Ingenieur

für unser Schwachstrom-Laboratorium sofort gesucht. Absolvent einer höheren technischen Lehranstalt mit Kenntnissen und Erfahrungen auf dem Gebiet von Radio-Widerständen bevorzugt. Nur schriftl. Bew. mit ausführl. Unterlag. bitten wir zu richt. an

Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co.
Aktiengesellschaft
Abteilung „E"
Selb (Bayer. Ostmark) [5694]

Vertretungen

ETZ-ANZEIGEN

verbürgen den

größten Erfolg

Kabel- od. Motorenfabrik usw., Ing. VDI, bei Behörden, Reichsbahn, Industrie eingef. **sucht Vertretung** od. Filialleit. leistungsf. Werkes f. Berlin u. Brandenbg. Gefl. Angeb. unter **E. 5706** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Alteingeführte Spezialfabrik für

Elektro-Isoliermaterial,

Platten, Rohre, Schläuche, Drähte, Preßmaterialien usw. sucht

Ingenieur-Vertreter

mit guten Beziehungen zu Eltwerken, Apparatefabriken sowie Großhandels- und Installationsfirmen der Elektrizitäts-Industrie

in Sachsen (Dresden und Leipzig)

Ausführliche Angebote mit Lichtbild, Angabe bisheriger Tätigkeit und Referenzen erbeten unter **E. 5697** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Verschiedenes

18 Tiefstrahler

komplett mit Glühlampen, 220 V — 200 W, für Schaufenster u. Ausstellungsräume geeignet. Kurze Zeit benutzt, billig abzugeben.

VDE - Hausverwaltung
Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Tel.: C 0 Fraunhofer 0631 [5703]

Brauchen Sie

einen tüchtigen Vertreter?

Dann inserieren Sie in der ETZ. Die große Zahl der eingehenden Angebote wird Ihnen die Möglichkeit geben, die Wahl ganz nach Ihren Wünschen zu treffen. Benötigen Sie sonst einen tüchtigen Mitarbeiter, geben Sie eine Anzeige in der ETZ auf:

Sie finden ihn!

Digitized by Google

Bei der Schriftleitung der „ETZ“ eingegangen:

Bücher.

Fernsehen und Bildfunk. Die allgemeinen Grundlagen. Der gegenwärtige Stand. Von Ing. R. Thun. Mit 80 Abb. u. 83 S. in 4°. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1934. Preis kart. 3,60 RM.

Lieferanten-Verzeichnis der Elektrizitätswerke nach Firmenunterlagen u. dem Anzeigenteil der „Elektrizitätswirtschaft“, Zeitschrift des Reichsverbandes d. Elektrizitäts-Versorgung (R.E.V.), Organ d. Reichsgruppe Energiewirtschaft u. d. Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung. 7. Aufl. Mit XXXI, 167 u. 24 S. in 8°. Franckh'sche Verlagsbuchhandlung W. Keller & Co., Berlin 1934.

Auer von Welsbach. Von Ing. Dr. F. Sedlacek. H. 2 von „Blätter für Geschichte der Technik“, Schriftleitung Dr.-Ing. L. Erhard. Herausg. v. Österr. Forschungsinst. f. Geschichte d. Technik in Wien. Mit 30 Textabb., VIII u. 85 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Wien 1934. Preis geh. 3,60 RM.

Nickelstähle. 2. Teil: Werkzeugstähle. Nickel-Handbuch, herausg. v. Nickel-Informationsbüro G. m. b. H., Frankfurt a. M. Leitung: Dr.-Ing. M. Waehlert. 2. Aufl. 1935. Mit 9 Abb., 1 Zahlentaf. u. 34 S. in 8°.

Winke für die Benutzung und Instandhaltung elektrischer Anlagen in kurzer, allgemeinverständlicher Form. Von Obering. O. Martin. 1. Aufl. mit 16 S.; 2. Aufl. mit 15 S. in 8°. Verlag Franz Segger, Greven i. W. 1935. Preis geh. je 0,20 RM.

Fernsehempfang. Bau u. Betrieb einer Anlage zur Aufnahme des Ultrakurzwellen-Fernsehrundfunks mit Braunscher Röhre. Von M. v. Ardenne. Mit 80 Textabb. u. 117 S. in 8°. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1935. Preis geb. 6,30 RM.

VDI-Jahrbuch 1935. Die Chronik der Technik. Herausg. v. Verein deutscher Ingenieure. Mit 183 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1935. Preis geh. 3,50 RM, f. VDI-Mitglieder 3,15 RM.

Das Vorbenutzungsrecht im deutschen Patentrecht. Eine kritische Untersuchung der Rechtslage aus § 5, Abs. 1 PG de lege lata und de lege ferenda. Von Dipl.-Ing. Dr. F. Walter. Mit 110 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1934. Preis geh. 4 RM.

Jahresbericht 1934. Herausg. v. Österreichischen Kuratorium für Wirtschaftlichk. Mitt. Nr. 11 des Österr. Kuratoriums f. Wirtschaftlichk. Mit 32 Abb. u. 52 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Wien 1934. Preis geh. 1,80 RM.

Betriebstechnische Untersuchung gasbeheizter Heißwasserbereiter unter Berücksichtigung ihrer wärmetechnischen Ausnutzungsmöglichkeiten. Von Prof. Dr.-Ing. H. Voigt u. Dr.-Ing. K. Germann. H. 3 der Mitt. d. Wärmetechn. Inst. d. T. H. Darmstadt. Herausg. v. Prof. Dr.-Ing. H. Voigt. Mit 20 Abb. u. 35 S. in 8°. Schubert & Co. Verlags-G. m. b. H., Berlin 1934. Preis geh. 2,60 RM.

Lo sviluppo storico del macchinario elettrico. e della sua industria. Von R. Norsa. (Auszug aus „Societa Edison“ 1884—1934 anläßlich ihrer 50jähr. Gründungsfeier.) Mit 64 Abb. u. 144 S. in 4°. Zu bez. dch. Compagnia Generale di Elettricita, Mailand, Via Borgognone 34, 1934.

[Zu ihrem 50jährigen Bestehen hat die Società Edison in Mailand eine Festschrift herausgegeben, die sich mit der Entwicklung der Elektrotechnik befaßt. Von der Pacinottischen Maschine 1860 wird die Entwicklung bis zu den neuzeitlichen Turbogeneratoren gezeigt, vom Transformator nach Gontard & Gibbs 1882 bis zum Großtransformator für das RWE, von dem ersten Elektromotor für die elektrische Lokomotive, die auf der Berliner Ausstellung 1879 lief, bis zum neuzeitlichen Großmotor für elektrische Lokomotiven.].

The 7D Rotary Automatic Telephone System. Herausg. v. Bell Telephone Manufacturing Company, Antwerpen 1935. Mit 79 Abb. u. 60 S. in 4°.

[Das ursprünglich für große und größte Selbstanschluß-Vermittlungsämter geschaffene Rotary-System ist in den letzten Jahren für die Verwendung in Landnetzen und in Netzgruppensystemen weiterentwickelt worden. Das vorliegende Heft gibt eine Darstellung der für diesen Zweck ausgebildeten Einrichtungen und beschreibt einige ausgeführte Anlagen.]

Störungssuch- und Reparaturtabelle für Elektromotore. Von Dipl.-Ing. G. Firle. In Tabellenform gedruckt und auf Leinewand aufgezogen. Verlag Robert Klett & Co., G. m. b. H., Berlin 1935. Preis 1 RM.

Anleitung zum Lichtbogenschweißen. Ausführungsbeispiele Teil II a. Bearb. v. Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen (Datsch) e. V. 2., völlig umgearb. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 48 S. in 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1935. Preis geh. 1,75 RM.

Schulversuche zur Elektrizitätslehre. Bd. 1: Gleichstrom. Von Ing. E. Roller u. H. Pricks. Mit 237 Abb., VII u. 161 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1935. Preis geh. 3 RM.

Funk-Meßtechnik für Radio-Bastler und Techniker. Von Ing. K. Nentwig. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 34.) 3., verb. u. erw. Aufl. Mit 147 Abb., 3 Taf. u. 167 S. in 8°. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1935. Preis geh. 3,20 RM, geb. 4,50 RM.

20 neue Radio-Empfänger-Schaltungen für 1935. Von Ing. J. Winckelmann. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 65.) Mit 23 Abb. u. 30 S. in 8°. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1935. Preis geh. 1 RM.

Die Passung der Wälzlager. Von J. Kirner. 2., umgearb. Aufl. Mit 47 Abb. u. 2 Taf. Beispiele, VIII u. 78 S. in 8°. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1935. Preis geb. 2,90 RM.

Introduction to electric transients. Von E. B. Kurtz u. G. F. Corcoran. Mit zahlr. Abb., XIV u. 335 S. in gr. 8°. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, und Chapman & Hall, Ltd., London 1935. Preis geb. 22/6 s.

Elektrizität und Bauen. Ein Elektrohandbuch für Bauleute und Bauende. Von Dipl.-Ing. K. Grütter bearb. i. A. u. unt. Mitw. d. Geschäftsleitung der „Elektrowirtschaft“. Mit 123 Abb. u. 162 S. in 8°. Verlag „Elektrowirtschaft“, Schweizerische Geschäftsstelle f. Elektrizitäts-Verwertung, Zürich 1935. Preis geb. 6,25 Fr.

Physikalische Vorträge für Ingenieure. Veranstaltet v. d. Physikalischen Gesellschaft Zürich i. d. Eidgenöss. Techn. Hochschule Zürich. Mit 26 Abb. u. 110 S. in 8°. Verlag Rascher & Co. AG., Zürich, Leipzig u. Stuttgart 1935. Preis geh. 2 RM.

Radiation from a vertical antenna over flat perfectly conducting earth. Von P. O. Pedersen. (Ingeniørvidenskabelige Skrifter A Nr. 38.) Mit 35 Abb. u. 53 S. in gr. 8°. Verlag Danmarks Naturvidenskabelige Samfund, i. Komm. bei G. E. C. Gad, Kopenhagen 1935. Preis geh. 6 Kr.

Betriebsgemeinschaft und Betriebsführung. Grundsätze für die Zusammenarbeit im Betriebe. Aufgestellt vom Deutschen Ausschuß f. techn. Schulwesen e. V., Fachgruppe 7. Beiheft zur Technischen Erziehung, Organ des Datsch. 2. Aufl. Mit 16 S. in 8°. Verlag B. G. Teubner. Leipzig u. Berlin 1935. Preis geh. 0,50 RM.

Drucksachen.

Elektrizitäts-Jahrbuch 1934. Von A. Friedrich. Mit 128 S. in 8°. Herausg.: Elgawe-Tagesfragen-Verlag Dr. Fritz Pfotenhauer, Berlin 1935. Preis geh. 1,50 RM.

Jahresbericht der Industrie- und Handelskammer zu Berlin für 1934. Abgeschl. Mitte Dez. 1934. Mit III u. 214 S. in 4°. Wird kostenlos abgegeben.

Karte und Verzeichnis der Hochspannungsleitungen des Deutschen Reiches und Österreichs von 30 000 V an. (Stand Dezember 1934.) Herausg. v. Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung (REV), Berlin. Wandkarte u. erläut. Druckschrift; 39 S. in 4°. Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin 1935. Preis zus. 15 RM.

Sonderdrucke.

Zur Theorie des Verlustfaktors. Die Beteiligung freier Ladungen an der Hohlraumbildung in isolierenden Flüssigkeiten, ein Hinweis. Von Prof. Dr.-Ing. P. Böning. H. 15 der Mitt. aus den techn. Instituten d. Staatlichen Tung-chi-Universität, Woosung/China.

Digitized by Google

Alcune esperienze di esercizio su linee elettriche. Von G. Dassetto. Comunicazione alle XXXIX Riunione Annuale dell'a E. I. Gardone 23.—30. IX. 1934. Zu bez. dch. Industrie Grafiche Italiane Stucchi, Milano.

Aus der Tätigkeit des Vereins deutscher Eisenhüttenleute im Jahre 1934. Stahl u. Eisen Bd. 55, H. 6, S. 137 (1935). Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf.

Liste des publications de l'Union des Syndicats de l'Electricité. Veröffentl. Nr. 1001; Liste des appareils auxquels la Marque de Qualité U.S.E. est accordée, Appareillage, Veröffentl. Nr. 1004; Liste des appareils domestiques auxquels la Marque de Qualité U.S.E.-APEL est accordée. Veröffentl. Nr. 1005; Liste des séries de conducteure auxquelles la Marque de Qualité U.S.E. est accordée. Veröffentl. Nr. 1006. Herausg. v. Union des Syndicats de l'Electricité, Paris 1935.

Zeitschriften.

Din-Mitteilungen. Herausg. v. Deutschen Normenausschuß e. V., Berlin, Bd. 18, Nr. 1/2, Januar 1935. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin. Preis 0,70 RM.

[Das Heft enthält u. a. die Entwürfe zu Normen für Wellenenden von Maschinen und Apparaten und für die Achshöhen von Maschinen.]

Verschiedenes.

Plakette von Ernst Orlich.

Der Schriftleitung ging vom Bildhauer Karl Dautert, Berlin-Grunewald, Kunz-Buntschuh-Str. 1, eine Plakette des verstorbenen Herrn Geheimrat Ernst Orlich zu. Wir nehmen an, daß seine Schüler und Freunde sich dafür interessieren werden, und weisen deshalb darauf hin.

ETZ-ANZEIGER

Vorschriftsmäßige
Aushänge- und Warnungsplakate
des Verbandes Deutscher Elektrotechniker
Man verlange Liste
J. ED. WUNDERLE / MAINZ-KASTEL

Robert Abrahamsohn
Berlin-Steglitz

Hochvacuum-Trocken- u. Tränk-Anlagen
für Kabel, Drähte, Anker, Spulen, Transformatoren, Kondensatoren
in Sonderheit:
Radiokondensatoren
Elektrolytkondensatoren
Spezial-Vacuum-Trockenanlagen für Akkumulatorenplatten
MAKO & VACUUMTROCKNER
G. m. b. H. ERFURT
Schließfach 433/7 Reichartstr. 8

Preßspan
in Tafeln, Rollen u. Bändern nach VDE-Leitsätzen und D. I.-Normen
Edelpreßspan (Anelektron)
Transformatorenpreßspan
KADE & CO.
Preßspanfabrik G.m.b.H.
Sänitz O.-L.

FLANSCHMOTOREN
1/100-1 1/2 PS, Flansch der Maschine anpaßfähig. Rasch und preiswert lieferbar.
Druckschrift ET 2 und Auskunft durch
Georgii Kobold
Georgii AG
Stuttgart-O 22

Nürnberger Metallätzwerk
Lessinger & Heymann, Nürnberg-S
Firmen- u. Leistungsschilder
für Maschinen Apparate
sowie Skalen und Zifferblätter

TELEGRAPHENBAUZEUG
wie gerade Stützen, U-Stützen, Hakenstützen, Mauerhaken usw. liefert in erstklassiger Ausführung und Qualität preiswert
Ruhrtaler Nieten- und Schrauben-Werke G. m. b. H.
Hattingen-Ruhr Telefon 3241 Vertreter gesucht

Wolfram u. Molybdän
Metallpulver Stäbe, Bleche Schrauben Nieten
Rorden Drähte Kontakte Platten Federn
Elektrochemische Fabrik Volt G.m.b.H.
WERDER a.d.HAVEL

Der ETZ-Anzeiger bietet beste Gelegenheit zur Ankündigung von solchen Artikeln, die keinen großen Reklameaufwand vertragen

FABRIKZEICHEN

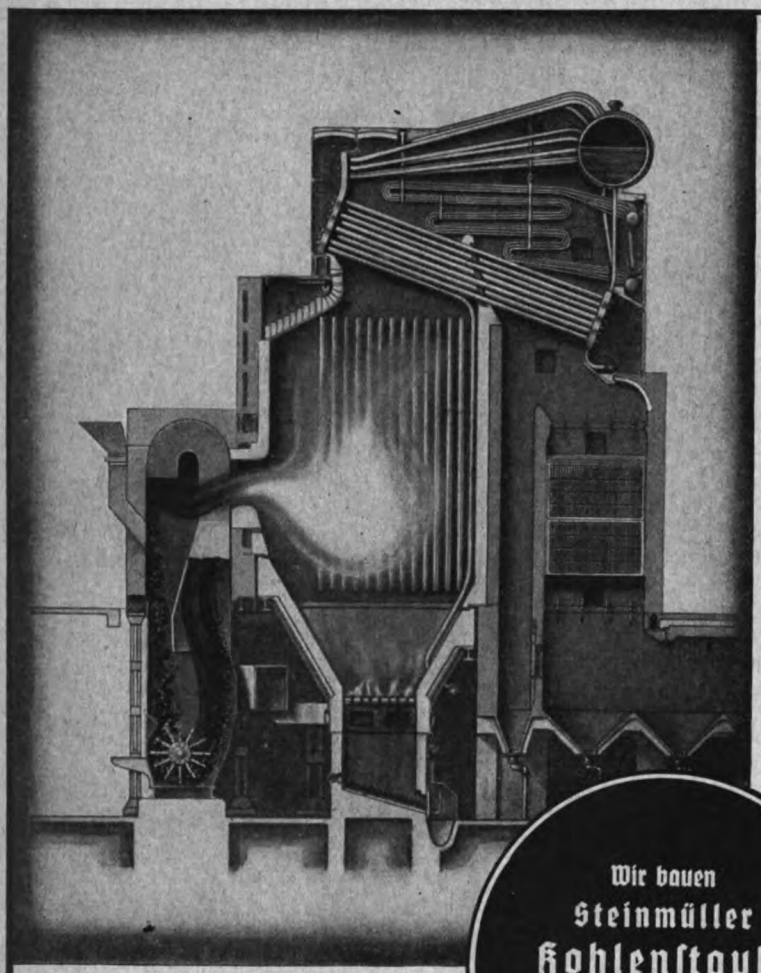
Hausanschlußsicherungen
Zählerbefestigungstafeln
Steckvorrichtungen
»Rovoc«-Hausleuchten
Schaltgeräte
BUMKE & CO.
G. m. b. H.
Braunschweig, Rebenstraße 5

Holländische Draht- und Kabelwerke A.G. Amsterdam
DRAKA
Gummi-isolierte Leitungen aller Art.

Fein-Fabrikate
C. & E. Fein, Stuttgart
Erste Spezialfabrik für Elektrowerkzeuge
Gegr. 1867

Krogsgaard & Becker
Hamburg 30 Spezialfabrik elektrischer Schaltapparate
gegr. 1883 KUB liefert:
Zellenschalter, Kurbelschalter, Handradschalter } bis 3000 A.
Selbstausschalter, Hebelschalter } bis 5000 A.

Digitized by Google



Krämer Mühlenfeuerung

D. R. P. Bauart

Steinmüller

mehrere D. R. P. ang.

Trocknung,
Mahlung,
Sichtung,
Verfeuerung
in einem Arbeitsgang.

Aufbereitungskosten
bei sehr vielen Brennstoffen stark vermindert.

Niedrige Anlage- u.
Unterhaltungskosten.

Breiteste
Brennstoffbasis:
Rohbraunkohle,
Steinkohle, Schwelkoks, Sichterstaub,
Abfallkohlen
(u. a. Schlammkohle)
usw.

Mit Heißluft- oder
Feuergastrocknung.

Wir bauen
Steinmüller
Kohlenstaub-
feuerungen
seit 1925

Durch besondere,
von uns zum Patent
angemeldete
Sichtereinrichtung
weitgehende
Verbesserung der
Verbrennung bei starker
Verkürzung der Flamme.

Gute Regelbarkeit und
Anpassungsfähigkeit.

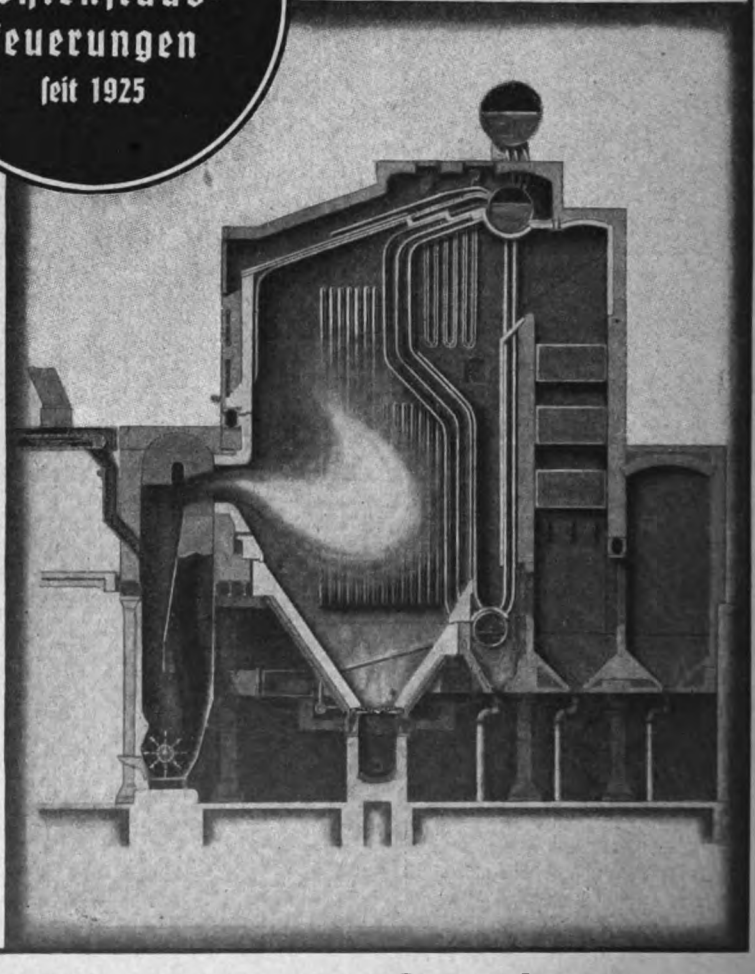
Übergang von
einem Brennstoff
auf einen anderen
ohne Umänderungen.

Geringer Raumbedarf.

Keine Rohrleitung
zwischen Mühle
und Feuerung.

Keine Staubbunkerung.

Sehr wirtschaftliche,
einfache und
betriebssichere Feuerung.



Verlangen Sie unsere Jubiläumsschrift „Steinmüller Dampfanlagen", die Druckschrift „Ersparnisse im Kesselhaus" und Sonderunterlagen!

L. & C. Steinmüller

Gummersbach

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

BOUND

FEB 13 1937

UNIV. OF MICH.
LIBRARY

Digitized by Google